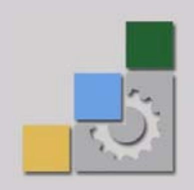


المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج



تخصص مختبرات كيميائية

أساسيات الكيمياء الفيزيائية

(عملي)

١٦٧كيم

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " **أساسيات الكيمياء الفيزيائية (عملي)** " لمتدربي تخصص "**مختبرات كيميائية** " في الكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

تعرض هذه المذكرة التجارب العملية المرافقة لكتاب أساسيات الكيمياء الفيزيائية وهي الجزء المكمل للحقيبة الدراسية الخاصة بهذا المقرر. وقد روعي أن تتوافق التجارب المختارة مع الوحدة النظرية بحيث تدرّس الوحدتان في نفس الوقت ليتكامل النظري والعملي لاكتساب المهارة المطلوبة. و مرفق مع الجزء العملي كراسة المتدرب و التي يعرض المتدرب فيها نتائج التجارب وتعليقه عليها. وقد رأينا، لمزيد من المرونة ولإتاحة الفرصة للمتدرب لإبراز فهمه للمادة العلمية وكيفية تصرفه، أن نكتفي بإعطاء المتدرب الخطوط العريضة اللازمة لإعداد تقرير العملي لكل تجربة. وعلى المتدرب وتحت إشراف مدرب العملي التقيد بهذه الخطوط عند إعداد التقرير وعلى هذا التقرير، يتم تقييم أداء المتدرب للجزء العملي الخاص بالمقرر بالإضافة إلى باقي الاختبارات الفصلية والنهائية .وقد رأينا أن تشمل الحقيبة عدداً وافياً من التجارب حتى يتسنى لمدرس العملي الانتقال إلى تجارب أخرى عند حدوث مشاكل طارئة أو عدم توفر أدوات أو أجهزة بعض التجارب .وجميع التجارب المختارة مصممة ومختبرة بحيث يتم الانتهاء تماماً منها خلال ساعات الفترة الدراسية المقررة وهي أربع ساعات اتصال .كما روعي التنبيه إلى إجراءات السلامة الإضافية في كل تجربة تحتاج إلى ذلك بجانب الإجراءات العامة للسلامة في المختبر والمدروسة في مقرر خصص لذلك قبل دراسة هذا المقرر في الخطة الدراسية. وتضم المذكرة أربع وحدات : وحدة خواص المادة والأساس النظري لها سبق دراسته في مقرر أساسيات في الكيمياء العامة، ووحدة الكيمياء الحركية، ووحدة الكيمياء الحرارية والديناميكا الحرارية، و وحدة المحاليل و قاعدة الطور، والوحدات الثلاث الأخيرة تعد المادة الأساسية في الكتاب النظري للمقرر. وقد أضيفت ملاحق تعرض للثوابت ووحدات القياس وجداول بعض الثوابت الخاصة بالمواد والتي يحتاج إليها المتدرب عند إعداد التقرير.

إجراءات العمل في المختبر

المختبر الكيميائي مكان يحتوي على الكثير من المواد الخطرة والأدوات التي تحتاج إلى الحرص والخبرة في التعامل معها .كما يوجد في المختبر ملصقات عديدة خاصة بإجراءات السلامة يجب اتباعها عند دخول المختبر والعمل فيه. أيضا يوجد في المختبر أدوات مكافحة الحريق والإسعافات الأولية وأجهزة إنذار ضد الحريق والدخان لذلك يجب عدم العبث بها بل تعلم كيفية استخدامها الاستخدام الأمثل قبل العمل في المختبر. وللتذكير يجب على كل متدرب يدخل المختبر التقيد بما يلي:

- ارتداء الملابس الملائمة المنصوص عليها وأهمها عدم ارتداء غطاء الرأس(الشماغ أو الغترة) أو ثوب واسع أو نعل غير مغطٍ. يلبس فوق ملابس الكلية المعتمدة من قبل عمادة الكلية بالطو أبيض طويل.
- استعمال النظارة المضادة للكيماويات وقفازات ضد الكيماويات أو الحرارة حسب الضرورة.
- الامتناع التام عن الأكل أو الشرب أو التدخين في المختبر.
- عدم العبث بصنابير الغازات أو المياه وعدم تركها مفتوحة بعد الاستعمال.
- عدم ترك مخلفات حول الموازين أو على الطاولات والتخلص الآمن منها حسب نوعها.
- عدم العبث مع الزملاء وإلقاء الكيماويات نحوهم ،وعدم تعريضهم للخطر أثناء العمل ،وبخاصة عند تسخين أنابيب الاختبار حيث يجب توجيه فوهة الأنبوبة نحو الحاجز العمودي والموضوع على الطاولات .
- يجب عدم تذوق الكيماويات أو شمها أو سحب المحاليل بواسطة الفم.
- التأكد التام من نوع المواد الكيماوية وطريقة التعامل الآمن معها عن طريق القراءة المتأنية للملصق على الوعاء أو القارورة ومراعاة علامات الخطر والاحتياطات المدونة.
- يجب عند تخفيف الحمض المركز أن لا يضاف الماء على الحمض بل العكس وبحرص وبالتدرج إلى كثير من الماء للوصول إلى التركيز المطلوب.

عند الاستشكال بخصوص أي معاملة مع الكيماويات أو الأدوات يجب استشارة المدرب قبل الشروع في العمل .

- يجب على المتدربين عدم التواجد في المختبر إلا في أوقات المحاضرات العملية حسب جداولهم.

إعداد تقرير العملي

أعداد التقرير العملي هو آخر خطوة في إجراءات التجارب العملية ويفترض قبل إعداده أن يكون المتدرب قد استوعب فكرة التجربة والمطلوب منها وقام بالقياسات وسجل ذلك في جدول استعداداً لكتابة التقرير. ويعكس التقرير كل هذه الخطوات حسب مقدرة كل متدرب على فهم التجربة ودقته في إجراء التجربة واستخلاص المطلوب .وكل تقرير عملي يجب إن يشمل ما يلي:

١. عنوان التجربة: المعبر عن طبيعة التجربة والغرض منها.
٢. نظرية أو فكرة التجربة: وهو عرض ملخص جداً للتجربة والفكرة القائمة عليها على أن تشمل المعادلات الكيميائية والرياضية إن وجدت لتحقيق المطلوب.
٣. المطلوب من التجربة: بدقة واختصار وعادة تكون بعض القيم المستخلصة من القياسات بعد تمثيلها بيانياً.
٤. النتائج: وتعرض عادة في جداول وتستخدم الرموز والأعداد فيها. وتستخدم النتائج عادة في التمثيل البياني للتجربة.
٥. التمثيل البياني للنتائج: عادة يتطلب الأمر تحقق معادلة ما بما تم الحصول عليه من النتائج . ومن الرسم يقدّر عادة الميل وربما القاطع بطريقة بيانية.
٦. مناقشة النتائج والتعليق: تبعا للنتائج وحسب المطلوب يتم مناقشة النتائج باختصار وذكر القيم المطلوبة. بعد إعداد التقرير يعرض على مدرب العملي لمراجعته وتقييمه وبعد ذلك يرد للمتدرب مع التعليق المناسب حسب الحال ويجب على المتدرب حفظ تقرير كل تجربة في ملف خاص بالمقرر العملي لحين الحاجة إليه. يسمح عادة للمتدرب باستصحاب ملف التقارير معه عند الاختبارات العملية للاستفادة منها.

نموذج تقرير العملي

عنوان التجربة:

نظرية التجربة:

المطلوب:

النتائج:

العرض البياني(إذا وجد يكون في الصفحة التالية وعلى ورق رسم بياني)

مناقشة النتائج:

تقييم المدرب:

الموضوع	نعم	لا
هل حضر المتدرب الدرس و قام بإجراء التجربة؟		
هل النتائج صحيحة ؟		
هل التقرير مرضٍ ؟		
هل استوعب المتدرب هدف و نظرية من التجربة ؟		
في حالة الفشل. هل يعيد المتدرب التجربة ؟		
درجة المتدرب عن التجربة (الدرجة النهائية =)		

تعليق المدرب:

....
....
....
....

اسم المدرب:

التوقيع:

التاريخ:

أساسيات الكيمياء الفيزيائية (عملي)

خواص المواد

خواص المواد

١

الجدارة: تعيين الخواص الطبيعية للمواد الكيميائية في حالاتها الثلاث، غاز و سائل و صلب.

الأهداف:

- أن يعين المتدرب الوزن الجزيئي التقريبي لأبخرة السائل بتطبيق قانون الغاز.
- أن يعين المتدرب الخواص الطبيعية للمواد الصلبة مثل الكثافة و الحرارة النوعية.
- أن يعين المتدرب الخواص الطبيعية للمواد السائلة مثل الكثافة و اللزوجة و الحرارة النوعية.
- أن يرسب المتدرب المعادن مثل النحاس و النيكل باستعمال التيار الكهربي.

الوقت المتوقع للدراسة: ١٢ساعة

متطلبات الجدارة: يجب أن يكون المتدرب قد درس مقرر الكيمياء العامة (١١٠ كيم).

١. الكثافة

أ- تعيين الكثافة المطلقة للسوائل

الكثافة المطلقة: هي كتلة وحدة الحجوم من السائل.ويرمز لها بالرمز d و وحدتها جم/سم٣ (gm/cm^3)

أي أن:

$$d = \frac{m}{v}$$

حيث m و v كتلة وحجم السائل.

- لاحظ أن كثافة السوائل تتأثر بتغير درجة الحرارة

الأدوات المستخدمة:

١. قنينة كثافة (البيكنومترpyknometer).
٢. كأس زجاجي سعة ١٠٠مل.
٣. ميزان حساس.
٤. محرار (ترمومتر).

خطوات العمل:

١. نظف البيكنومتر بالماء جيداً ثم بالأسيتون ثم يجفف تماماً عن طريق إمرار تيار هواء جاف به.
٢. زن البيكنومتر فارغاً وليكن w_1.
٣. ضع كمية من الماء المقطر في الكأس الزجاجي ويسخن لدرجة الغليان (لطرد الغازات الذائبة فيه) ثم يبرد إلى درجة حرارة الغرفة. سجل درجة حرارة السائل.
٤. املأ البيكنومتر بهذا الماء حتى الامتلاء بحيث لا يكون هناك أي فقاعات هوائية في القنينة.
٥. جفف المحيط الخارجي البيكنومتر بالمناديل الورقية.
٦. زن البيكنومتر وهو مملوء بالماء تماماً، وليكن w_2.
٧. أعد الخطوات السابقة بالنسبة للسوائل المجهولة الكثافة.

(ملاحظة: الخطوة الثالثة خاصة بالماء فقط)

الحسابات والنتائج:

وزن السائل w_3 يمكن إيجاده عن طريق $w_3 = w_2 - w_1$ ، وبما أن حجم القنينةV معلوم يمكن التعويض بالمعادلة التالية:

كثافة السائل = $\frac{W_3}{V}$ جم/ سم٣

ب- تعيين كثافة مادة صلبة

الأدوات المستخدمة:

١. مادة صلبة. ٢. ميزان حساس. ٣. مخبار مدرج.

خطوات العمل:

١. زن المادة الصلبة المراد تعيين كثافتها بالميزان الحساس وليكن w_g جم.

٢. عين حجم المادة الصلبة كما يلي:

أ- ضع في المخبار المدرج كمية من الماء معلوم الحجم وليكن v_1 سم٣.

ب- ضع المادة مجهولة الكثافة في المخبار وليكن الحجم الجديد v_2سم٣.

الحسابات:

- احسب حجم القطعة: $v = v_2 - v_1$.

كثافة المادة المجهولة= $\frac{w_g}{v}$ جم/ سم٣

٢. تعيين اللزوجة النسبية للسوائل باستخدام الفسكومتر Viscometer

نظرية التجربة:

تسري السوائل من مكان مرتفع إلى آخر منخفض وسرعة سريانها تختلف من سائل لآخر. وبوضع سائل في أنبوبة ضيقة فيمكن اعتباره مكوناً من عدة طبقات متداخلة أكثرها سرعة الأسطوانات الوسطى وأقلها سرعة الملازم للجدار ،والاحتكاك بين طبقات السائل يعبر عنه باللزوجة. وهي التي تعمل على مقاومة الحركة وتختلف اللزوجة باختلاف درجات الحرارة.

معامل اللزوجة:

هي القوة بالداين اللازمة لتحريك طبقة من السائل مساحتها ١سم^{٢} بسرعة قدرها ١سم/ث على طبقة أخرى من السائل والمسافة بينهما ١سم.

حسب قانون بواسيه فإن:

$$\eta = t \times \frac{\pi r^4 f}{8vl}$$

حيث: t : زمن انسياب السائل، f : القوة المحركة للسائل، l: طول الأنبوبة، r : نصف قطر الأنبوبة الشعرية، v : حجم السائل المنساب.

فإذا قدرنا الزمنين الذين يحتاجهما حجمان متساويان من السائل(1) والماء (2) للانسياب بين علامتين محددتين هما t_1, t_2

$$\therefore \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{f_1 t_1}{f_2 t_2}$$

حيث المقدار $\frac{\pi r^4}{8vl}$ ثابت للكل. و تعطى القوة بالعلاقة:

$$f = g \times d \times h$$

g : تسارع الجاذبية الأرضية، d : كثافة السائل، h : ارتفاع السائل.

وعليه يمكن التوصل إلى المعادلة التالية:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{g \times d_1 \times h}{g \times d_2 \times h} \times \frac{t_1}{t_2} = \frac{t_1 \times d_1}{t_2 \times d_2}$$

$$\therefore \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{t_1 \times d_1}{t_2 \times d_2}$$

و لما كان من الصعب تعيين اللزوجة المطلقة عملياً بطريقة مباشرة لذا يعين معامل اللزوجة النسبية لسائل بالنسبة للماء باستعمال فسكومتر استوالد ثم نحسب اللزوجة المطلقة للسائل.

المواد و الأدوات المستخدمة:

١. سوائل مناسبة مثل الماء و الميثانول و الإيثانول.
٢. فسكومتر استوالد لقياس اللزوجة.
٣. بيكنومتر لقياس الكثافة.

خطوات العمل:

١. نظف الفسكومتر بالماء ثم بالإيثانول ثم جففه بالهواء.
٢. ضع حجماً معيناً (١٥سم^{٣} مثلاً) من السائل المراد تعيين لزوجته في الانتفاخ الكبير، واسحب منه بواسطة ماصة حتى يملأ الانتفاخ الأصغر عن طريق سحب الهواء من الأنبوبة المقابلة.
٣. علق الجهاز عمودياً وضعه في حمام مائي عند الدرجة الحرارة المطلوبة. سجل درجة الحرارة.
٤. دع السائل ينساب خلال الأنبوبة الشعرية مع تشغيل الساعة حالاً عندما يصل السائل إلى العلامة المبينة على الفسكومتر. ثم أوقف الساعة عندما يصل السائل إلى العلامة السفلية المبينة.
٥. كرر التجربة وسجل النتائج (خذ المتوسط للقراءات).
٦. كرر نفس التجربة للسائل الآخر.
٧. غير درجات الحرارة في كل مرة ولاحظ تأثيرها على اللزوجة.

النتائج والحسابات:

- جدول كثافة السوائل المستخدمة و الزمن اللازم لعبور حجم معين بين العلامتين.
- استخدم المعادلة الأخيرة لحساب كثافة سائل مجهولة بدلالة سائل آخر معلوم الكثافة عند نفس درجة الحرارة. علماً أن معامل اللزوجة المطلقة للماء هي قيم ثابتة تختلف بتغير درجة الحرارة كما يلي على سبيل المثال:

درجة الحرارة م^{o}	η_2 / poise
20	10.06
25	8.93
30	8.00
35	7.20

ملاحظة: وحدة اللزوجة poise.

٣. تعيين الوزن الجزيئي لسائل متطاير

نظرية التجربة:

عندما يتحول وزن معين من سائل متطاير للحالة الغازية فإنه للتبسيط يمكن اعتبار أن بخار السائل يخضع للقانون العام للغازات، ،بمعنى أن:

$$PV = nRT = \frac{W}{M}RT$$

حيث:

P: ضغط بخار السائل

V: حجم البخار

W: وزن بخار السائل

M: الوزن الجزيئي للسائل

T: درجة حرارة بخار السائل بالدرجة المطلقة

R: ثابت عام الغازات

الأدوات والمواد:

١. دورق مخروطي سعة ٢٥٠مل.
٢. ورقة ألمونيوم.
٣. حمام مائي.
٤. ميزان حساس.
٥. سوائل قابلة للتطاير مثل رابع كلوريد الكربون، الأسيتون، الكحول الإيثيلي.
٦. ماسك.
٧. دبوس.
٨. مخبار مدرج سعة ٥٠٠ مل.
٩. محرار.

خطوات العمل:

١- زن الدورق المخروطي وعليه غطاء الألمونيوم والدبوس وليكن W_1.

٢- ضع حوالي ٣مل من السائل المتطاير في الدورق المخروطي ثم غطه بورقة الألمونيوم بعد ثقبها بالدبوس.

٣- ضع الدورق في الحمام المائي وترفع درجة الحرارة (يفضل حتى الغليان لثبات درجة الحرارة) وعين درجة الحرارة للحمام المائي ولتكن T حتى يتبخر كل السائل ويتحول إلى بخار ويعين الضغط وهو الضغط الجوي السائد. ثم برده.

٤- ارفع الدورق من الحمام ثم برده تحت حنفية الماء حتى يتكاثف بخار السائل.

٥- زن الدورق بعد تجفيفه جيداً وليكن W_2.

٦- عين حجم السائل وذلك بوضع داخل الدورق ماء من الحنفية حتى الامتلاء ثم يوضع الماء في المخبار وليكن الحجم V.

الحسابات:

- باستخدام المعلومات الخاصة بالسائل، عوض في المعادلة الآتية للحصول على الوزن الجزيئي:

$$M = \frac{(W_2 - W_1)RT}{PV} = \frac{(W_2 - W_2)0.082 \times T}{1 \times V}$$

٤. تعيين الحرارة النوعية

نظرية التجربة:

عندما يتلامس جسمان مختلفان في درجة الحرارة ويصلان إلى الاتزان الحراري فإن:

كمية الحرارة المكتسبة من البارد = كمية الحرارة المفقودة من الساخن

تعاريف:

١. كمية الحرارة المكتسبة "Q":

$$Q=C\times W\times \Delta T$$

حيث C هي الحرارة النوعية للجسم، W هي وزنه، ΔT الفرق في درجة الحرارة.

٢. السعة الحرارية:

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم درجة مئوية واحدة.

٣. الحرارة النوعية:

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع ١جرام من المادة درجة مئوية واحدة.

٤. السعر:

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع ١جرام من المادة درجة مئوية واحدة عند درجة حرارة ١٥°م.

تعيين الحرارة النوعية للمسعر:

خطوات العمل:

١- ضع ١٠٠مل من الماء المقطر في الكأس الداخلي (المسعر) وسجل درجة الحرارة ولتكن هي T_1 ،حيث وزن الكأس و المحرار هي W.

٢- ارفع غطاء الفلين من فوق المسعر وأضف بسرعة ١٠٠مل من الماء المقطر المغلي مع التقليب السريع بالمحرار حتى تثبت درجة الحرارة ولتكن هي T_2.

الحساب:

كمية الحرارة التي فقدها الماء المغلي = كمية الحرارة التي اكتسبها الماء البارد والمسعر والمحرر

$$C \times W(T_2 - T_1) + 100(T_2 - T_1) = 100(100 - T_2)$$

$$\therefore C = \frac{100(100 - T_2) - 100(T_2 - T_1)}{(T_2 - T_1) \times W} \quad cal/k/g$$

تعيين الحرارة النوعية لمادة الرصاص:

خطوات العمل:

١- زن قطعة من الرصاص (حوالي ٢٠٠جرام) واربطها بخيط رفيع وليكن الوزن هو W.

٢- اغمر قطعة الرصاص في ماء حار (درجة حرارة حوالي ٩٠°م) وانتظر حتى تثبت درجة الحرارة بعد الغمر ولتكن T_1.

٣- جهز المسعر وبه ١٠٠مل من الماء المقطر وسجل درجة الحرارة ولتكن هي T_2.

٤- اغمس بسرعة قطعة الرصاص في ماء المسعر وحرك بالمحرار حتى تثبت درجة الحرارة ولتكن T_3.

الحساب:

كمية الحرارة المفقودة من الرصاص =كمية الحرارة المكتسبة من المسعر والماء و المحرار.

$$C_{pb} = \frac{C_{cal} W_{cal}(T_3 - T_2) + 100(T_3 - T_2)}{W_{pb}(T_1 - T_3)} \quad Cal/k/g$$

ملحوظة :

لتحسين النتائج وتقليل الفقد في الحرارة بالإشعاع والحمل أثناء التجربة يفضل تعيين درجة الحرارة بعد خلط الماء الساخن بالبارد من المنحنى المرسوم حيث يتم الحصول على الدرجة بمد الخط الذي يربط درجة الحرارة والزمن بعد الخلط حتى نقطة الخلط. ولعمل ذلك يتم تتبع التغير في درجة الحرارة قبل وبعد الخلط كل نصف دقيقة وترسم العلاقة بين درجة الحرارة و الزمن.

٥. تعيين كفاءة تيار الترسيب من قوانين فاراداي

نظرية التجربة:

تنص قوانين فاراداى على أن كمية المادة المترسبة نتيجة مرور تيار كهربائي تتناسب تناسباً طردياً مع كمية الكهرباء المارة وكذا مع الوزن الذري للمادة المترسبة.

$$W = \frac{ItA}{nF}$$

حيث I هي شدة التيار المار بالأمبير لمدة t ثانية لترسيب مادة وزنها الذري A وعدد الإلكترونات المشتملة في الترسيب هي n و W هو وزن المادة المترسبة بالجرام وF هو ثابت فاراداى ويساوي ٩٦٥٠٠ كولوم / مكافئ.

وكفاءة تيار الترسيب يمكن حسابها من العلاقة:

$$I\% = \frac{W_{exp}}{W_{theo}} \times 100$$

حيث $I\%$ هي النسبة المئوية لكفاءة تيار الترسيب عند ظروف معينة و W_{exp} هو الوزن الفعلي المترسب و W_{theo} هو الوزن النظري الواجب الحصول عليه عند تطبيق قانون فاراداى.

المواد المستخدمة:

١. خلية ترسيب لها قطبين:

أ- قطبان من النحاس (لترسيب النحاس عليه أو النيكل).

ب- قطب من النحاس أو من النيكل (لتعويض النقص في حوض الترسيب).

٢. حوض ترسيب مكون من ($1M\ CuSO_4 + 1.5M\ H_2SO_4$) أو ($1M\ NiSO_4 + 1.5M\ H_2SO_4$).

٣. جهاز كهربي يعطي تيار ثابت.

٤. مقياس للتيار (أميتر).

٥. مقاومه خارجية.

خطوات العمل:

١- جهز حوض الترسيب بالمحلول المراد استخدامه والأقطاب.

٢- زن قطب المهبط بدقة بالميزان الحساس.

٣- اضبط بواسطة مقاومة خارجية شدة التيار الكهربي المراد استخدامه:

$$I = 5, 10, 50, 100 \quad mA/cm^2$$

٤- صل المصعد (نحاس أو نيكل) بالقطب الموجب والمهبط (نحاس) بالقطب السالب وسجل زمن بدء الترسيب وشدة التيار المستخدم.

٥- افتح بعد نصف ساعة الدائرة الكهربائية وأخرج القطب السالب (نحاس) واغسله جيداً وجففه بتيار هواء ساخن وزنه بدقة واحسب الوزن المترسب $W_{exp.}$.

الحسابات:

- احسب الوزن اللازم الحصول عليه نظرياً:

$$(W_{theo})_{Cu} = \frac{I \times t \times A}{nF} = \frac{I \times 30 \times 60 \times 63.54}{2 \times 96500}$$

- احسب كفاءة التيار:

$$I\% = \frac{W_{exp}}{W_{theo}}$$

أساسيات الكيمياء الفيزيائية (عملي)

الحركية

الحركية

٢

الجدارة: تعيين ثابت سرعة و نصف عمر و طاقة تشيط التفاعلات الكيميائية.

الأهداف:

- أن يعين المتدرب سرعة التفاعلات الكيميائية.
- أن يعين المتدرب زمن نصف عمر التفاعلات الكيميائية.
- أن يعين المتدرب رتبة التفاعلات الكيميائية.
- أن يعين المتدرب كمية الحرارة اللازمة لتنشيط التفاعلات الكيميائية.

الوقت المتوقع للدراسة: ١٦ ساعة

متطلبات الجدارة: دراسة حركية التفاعلات الكيميائية في هذا المقرر. إتقان المعايرة الحجمية في مقرر أساسيات التحليل الكيميائي.

٦. تصبن خلات الايثيل في الوسط القلوي

نظرية التجربة:

تتميأ خلات الأيثيل في وسط قلوي تبعاً للمعادلة التالية:

$$CH_3COOC_2H_5 + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + C_2H_5OH$$

يتناسب معدل التفاعل طردياً مع تركيز كل من الأستر والقلوي، وبذلك فإن هذا التفاعل ينتمي إلى تفاعلات الرتبة الثانية ،وإذا كان التركيز الابتدائي لكل من الأستر والقلوي متساوياً (a) فتكون المعادلة الحركية في هذه الحالة على الصورة:

$$k = \frac{1}{t} \times \frac{x}{a(a-x)}$$

حيث k ثابت معدل سرعة التفاعل من الرتبة الثانية و x هي كمية المتفاعلة من الأستر أوالقلوي بعد مرور الزمن t.

المواد المستخدمة:

١. خلات الأيثيل (0.05 M).
٢. هيدروكسيد الصوديوم (0.05 M).
٣. هيدروكسيد الصوديوم (0.025 M).
٤. حمض الهييدروكلوريك (0.025 M).
٥. دليل الفينول فيثالين.

الأدوات المستخدمة:

١. سحاحة.
٢. ماصة سعة ١٠مل.
٣. مخبار مدرج سعة ٥٠ مل.
٤. دورق مخروطي.

خطوات العمل:

١. انقل في كأس نظيف و جاف بدقة ٥٠ مل من خلات الايثيل، وفي كأس آخر نظيف و جاف انقل ٥٠ مل من NaOH، واحفظ الكأسين عند ٢٥°م.
٢. أضف محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى الأستر بسرعة مع الرج و شغل ساعة الإيقاف لحظة الإضافة.

٣. انقل بعد مرور ٥ دقائق ١٠ مل من مخلوط التفاعل إلى دورق مخروطي يحتوي على ١٠٠ مل ماء مقطر وبدقة ١٠مل من حمض HCl (0.025 M) (لوقف التفاعل) وكذلك نقطة أو نقطتين من دليل الفينول فيثالين.

٤. عاير الزيادة من حمض HCl مع NaOH (0.025M).

٥. كرر الخطوتين السابقتين عندما يكون الزمن (٣٠,٢٥,٢٠,١٥,١٠) دقيقة مع تسجيل حجم هيدروكسيد الصوديوم (x) مل.

الحسابات:

١. إذا كانت a هي كمية HCl المكافئ للتركيز الابتدائي لكل من القلوي والأستر فإن x هي كمية القلوي التي تكافئ الزيادة من HCl بعد زمن t و (a-x) هي كمية الأستر أو القلوي المتبقية فيمكن تسجيل النتائج في الجدول التالي.

$a \equiv 10$ ml

t/min	x_{NaOH} */ml*	*a*-x	$\frac{x}{a-x}$
5			
10			
15			
20			
25			
30			

حيث a = 0.025 M .

٢. ارسم العلاقة بين $\frac{x}{a-x}$ مقابل t تحصل على خط مستقيم :

الميل = $K \times a$.

٣. من قيمة الميل احسب ثابت سرعة التفاعل و $t_{\frac{1}{2}}$

حيث $t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{K \times a}$

٧. تفاعل فوق الكبريتات مع اليوديد

نظرية التجربة:

المعادلة التالية تعبر عن تفاعل الفوق كبريتات (البيركبريتات) مع اليوديد:

$$K_2S_2O_8 + 2KI \rightarrow 2K_2SO_4 + I_2$$

هذا التفاعل يعتبر من الرتبة الثانية ولكن في حالة وجود تركيز كبير من اليوديد بالمقارنة مع فوق الكبريتات فإن كمية اليوديد المستهلكة في التفاعل تكون ضئيلة يمكن إهمالها وعلى ذلك يصبح معدل التفاعل معتمدا فقط على تركيز مادة واحدة هي فوق الكبريتات وبذلك يمكن اعتبار التفاعل السابق تحت هذه الظروف هو تفاعل من الرتبة الأولى ويعرف هذا النوع من التفاعلات بتفاعل الرتبة الأولى الكاذبة Pseduo-first order ،والمعادلة التي تعبر عن تفاعلات الرتبة الأولى هي:

$$K = \frac{2.303}{t} \times \log \frac{a}{a - x}$$

حيث a هو التركيز الابتدائي لفوق الكبريتات x هي الكمية المتفاعلة من اليوديد أو اليود المتكون.

المواد المستخدمة:

١. يوديد البوتاسيوم (0.2 M).
٢. فوق كبريتات البوتاسيوم (0.005 M).
٣. ثيوكبريتات الصوديوم (0.01 M).
٤. دليل النشا.
٥. ماء مقطر بارد.

الأدوات المستخدمة:

١. دورق تفاعل (زجاجة محاليل).
٢. سحاحة.
٣. دورق مخروطي.
٤. ماصة مدرجة سعة ١٠ مل.
٥. حمام مائي.
٦. محرار.
٧. مخبار سعة ٥٠ مل.
٨. ساعة إيقاف.

خطوات التجربة:

١. انقل ٥٠ مل من محلول يوديد البوتاسيوم (0.2 M) إلى زجاجة المحاليل ثم أضف إليها ٥٠ مل من محلول فوق كبريتات البوتاسيوم وشغل ساعة الإيقاف مع غلق الزجاجة جيداً حتى لا يهرب اليود.
٢. بعد مرور ٥ دقائق انقل بالماصة ١٠ مل من مخلوط التفاعل إلى دورق مخروطي يحتوي على حوالي ٢٠ مل من الماء البارد ودليل النشا.
٣. عاير اليود المتكون باستخدام ثيو كبريتات الصوديوم (0.01 M) حتى نقطة النهاية وسجل حجم ثيو كبريتات الصوديوم V_t المكافئة لليود المتكون أي x.
٤. كرر الخطوتين السابقتين عندما يكون الزمن (١٠,١٥,٢٠,٢٥,٣٠,٣٥) دقيقة وما يقابلها من الحجم V_t.
٥. بعد ذلك سخن الجزء المتبقي من مخلوط التفاعل إلى ٦٠°م لمدة ١٥ دقيقة في حمام مائي مع ابقاء غطاء زجاجة المحاليل مغلقة ،ثم برد إلى درجة حرارة الغرفة.
٦. اسحب ١٠ مل من مخلوط التفاعل وعايره مع ثيو كبريتات الصوديوم وسجل حجم V_∞ وهو الحجم المكافئ للتركيز الابتدائي a.

الحسابات:

١. حيث إن V_t (حجم الثيو كبريتات عند أزمنة t) يكافئ كمية فوق الكبريتات المتفاعلة x وV_∞ (حجم ثيو كبريتات الصوديوم المكافئة للتركيز الابتدائي a) فإنه يمكن كتابة المعادلة التي تعبر عن تفاعل من الرتبة الأولى على النحو: $t = \frac{2.303}{k} \times \log \frac{V_\infty}{V_\infty - V_t}$

٢. سجل النتائج في جدول:

$V_\infty =$ mL

t/ min	V_t	$V_\infty - V_t$	$\frac{V_\infty}{V_\infty - V_t}$	$\log \frac{V_\infty}{V_\infty - V_t}$
5				
10				
15				
20				
25				
30				
35				

٣. ارسم العلاقة بين $\log\frac{V_\infty}{V_\infty - V_t}$ (المحور الصادي) مع الزمن t (المحور السيني).

٤. عين ميل الخط المستقيم الناتج ومنه احسب ثابت معدل سرعة التفاعل k .

$$slope = k / 2.303$$

٥. أحسب زمن نصف العمر $t_{\frac{1}{2}}$:

$$t_{1/2} = 0.693 / k$$

٨. التفكك الحفزي لفوق أكسيد الهيدروجين

نظرية التجربة:

يتفكك فوق أكسيد الهيدروجين تلقائياً حسب المعادلة التالية:

$$H_2O_2 \rightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2$$

ويمكن زيادة سرعة التفاعل بإضافة عامل حافز مثل أكسيد المنجنيز MnO_2 ،ويمكن تتبع سير التفاعل بمعايرة فوق أكسيد الهيدروجين بمحلول قياسي من برمنجنات البوتاسيوم في وسط حمضي.

المواد المستخدمة:

١. محلول H_2O_2 (0.125 M).
٢. محلول $KMnO_4$ (0.05 M).
٣. محلول H_2SO_4(1 M) .
٤. مسحوق MnO_2 (0.05 g).

الأدوات المستخدمة:

١. كأس زجاجي سعة ٢٥٠ مل.
٢. ماصة مدرجة سعة ١٠ مل.
٣. سحاحة.
٤. دورق مخروطي.
٥. مخبار مدرج سعة ٢٥٠مل.
٦. ساعة إيقاف.

خطوات العمل:

١. انقل ١٥٠ مل من محلول فوق أكسيد الهيدروجين إلى كأس ٢٥٠ مل جاف ونظيف.
٢. أضف (٠,٠٥)جم من MnO_2 إلى محلول فوق أكسيد الهيدروجين مع تشغيل ساعة الإيقاف لحظة الإضافة.
٣. بعد مرور ٣ دقائق أسحب بالماصة ١٠ مل من كأس التفاعل و انقلها إلى دورق مخروطي يحتوي على ١٠ مل من H_2SO_4 وعاير بسرعة بواسطة محلول $KMnO_4$ حتى ظهور لون برمنجنات البوتاسيوم.
٤. كرر الخطوة السابقة عند أزمنة مختلفة كل خمس دقائق مع تسجيل حجم برمنجنات البوتاسيوم عند كل زمن .

٥. عاير المحلول الأصلي لفوق أكسيد الهيدروجين مع برمنجنات البوتاسيوم وذلك بإضافة ١٠ مل H_2SO_4 (1 M).

الحسابات:

١. حجم برمنجات البوتاسيوم عند أزمنة مختلفة تكافئ الكمية غير المتفككة من H_2O_2 (a-x).

٢. حجم برمنجنات البوتاسيوم في الخطوة رقم (٥) يكافئ التركيز الابتدائي (a).

٣. ضع النتائج في جدول كالآتي:

a = ml.

t/ min	*(a-x)*	$\frac{a}{(a-x)}$	$\log\frac{a}{(a-x)}$

٤. ارسم العلاقة بين $\log\frac{a}{(a-x)}$ (محور صادي) مقابل t (محور سيني) للحصول خط مستقيم .

٥. أوجد ثابت معدل سرعة التفاعل(k) فترة نصف العمر($t_{1/2}$) حيث أن :

$$\text{slope} = \frac{k}{2.303}$$

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k}$$

٩. تفاعل هلجنة الأسيتون باليود

نظرية التجربة:

تتم هلجنة الأسيتون باليود في وسط حمضي حسب المعادلة:

$$CH_3COCH_3 + I_2 \xrightarrow{H^+} CH_2ICOCH_3 + HI$$

ويعمل الحمض كمحفز للتفاعل ولا تعتمد سرعة التفاعل على تركيز اليود لأنه يدخل في خطوة سريعة ،وعندما يكون تركيز الأسيتون كبيراً جداً مقارنةً بتركيز اليود يصبح التفاعل تفاعلاً من الرتبة الصفرية.

$$x = k\,t$$

حيث **x** هو تركيز المادة الناتجة في زمن قدره **t**.

المواد المستخدمة:

١. أسيتون.
٢. ١٠٪ خلات صوديوم.
٣. ١ عياري حمض كبريتيك.
٤. ٠,١ عياري ثيوكبريتات الصوديوم.
٥. ٠,٥ جزيء / لتر يود مذاب في ١٠٪ يوديد البوتاسيوم.
٦. دليل النشا.
٧. ماء مقطر.

الأدوات المستخدمة:

١. ماصة مدرجة سعة ٢٥ مل.
٢. سحاحة.
٣. دورق معايرة سعة ٢٥٠ مل.
٤. زجاجة محاليل (قارورة التفاعل) سعة ٥٠٠ مل.
٥. ساعة إيقاف.
٦. مخبار مدرج سعة (٢٥٠ ، ٢٥مل)

خطوات العمل:

١. ضع الآتي في قارورة التفاعل : ٢٥مل أسيتون و ١٠مل حمض الكبريتيك و١٩٠مل ماء مقطر ليصبح الحجم الكلي هو ٢٢٥مل.

٢. ضف إلى قارورة التفاعل ٢٥مل من محلول اليود ورج بشدة مع تشغيل الساعة .

٣. اسحب بعد خمس دقائق من قارورة التفاعل ٢٥مل وضعها في دورق المعايرة الذي يحتوي على ١٠مل من محلول خلات الصوديوم الذي يستخدم لإيقاف التفاعل(ملاحظة لا توقف الساعة) وعلى دليل النشا.

٤. عاير دورق المعايرة بمحلول الثيوكبريتات وسجل الحجم الذي يكافئ المتبقي من اليود V.

٥. كرر الخطوة (٤,٣) ولكن على زمن (١٠,١٥,٢٠,٢٥,٣٠,٣٥) دقيقة.

٦. للحصول على الحجم المكافئ لليود في بداية التفاعل ($V_\circ$) حضر محلولاً يحتوي على:

٥ مل محلول اليود و٤٥ مل ماء مقطر ليصبح الحجم الكلي ٥٠ مل

ثم اسحب ٢٥ مل من هذا المحلول وعايره بالثيوكبريتات ويكون حجمها $V_\circ$.

الحساب:

للحصول على x نقوم بطرح V من $V_\circ$

$$x \equiv V_\circ - V$$

ضع النتائج في جدول ثم ارسم علاقة بين ($V_\circ$-V) و t ويكون الميل هو k.

$V \equiv a$

t/min	$V \equiv a - x$ /ml	$V_\circ - V \equiv x$ /ml
5		
10		
15		
20		
25		
30		
35		

١٠. تعيين طاقة تنشيط تفاعل كيميائي

نظرية التجربة:

عند إجراء التفاعل الآتي:

$$KBrO_3 + 5KBr + 3H_2SO_4 \longrightarrow 3Br_2 + 3K_2SO_4 + 3H_2O$$

فإن البروم الصاعد يمكن أن يستغل في للتفاعل مع الفينول حسب المعادلة التالية:

$$C_6H_5OH + Br_2 \longrightarrow C_6H_2Br_3OH + 3\ HBr$$

وعندما ينتهي كل الفينول غير المتفاعل فإن وجود كاشف الميثيل الأحمر في الوسط الحمضي وفي وجود البروم يؤدي إلى زوال اللون الأحمر. والزمن اللازم لإزالة لون الكاشف بعد خلط مكونات التفاعل يتناسب عكسياً مع سرعة التفاعل:

$$\left(\frac{1}{t}\right) \text{ Rate } \alpha$$

وعندما يجرى هذا التفاعل عند درجات حرارة مختلفة فإن طاقة تنشيطه يمكن حسابها كما يلي:

$$Rate = Ae^{-E_a/RT}$$

حيث A هو ثابت ، E_a هي حرارة التنشيط عند درجة حرارة T/K، وفي هذه التجربة فإن:

$$\frac{1}{t} = A'e^{-E_a/RT}$$

$$\ln\left(\frac{1}{\text{t}}\right) = -\frac{E_a}{RT} + \text{C}$$

حيث أن C عدد ثابت

وعلى ذلك فإن العلاقة بين $\ln\left(\frac{1}{\text{t}}\right)$ و $\left(\frac{1}{\text{T}}\right)$ تعطي خطاً مستقيماً والميل يساوي $\frac{E_a}{R}$ ومنها يمكن حساب طاقة التنشيط.

المواد المستخدمة:

١. فينول تركيز (0.01 M).

٢. مخلوط من برومات البوتاسيوم تركيز(0.16M) مع بروميد البوتاسيوم تركيز(0.08M) في نفس زجاجة المحاليل.

٣. حمض الكبريتيك تركيز (0.3M)

٤. دليل الميثيل الأحمر.

الأدوات المستخدمة:

١. أنبوبة سعة ٥٠مل و أنبوبة مدرجة سعة ١٠مل..

٢. محرار.

٣. ساعة إيقاف.

٤. حمام مائي.

خطوات العمل:

١- ضع في أنبوبة سعة ٥٠مل المواد الآتية:

١٠ مل فينول + ١٠ مل من مخلوط البروميد والبرومات + أربع نقط من دليل الميثيل الأحمر.

٢- ضع في الأنبوبة الأخرى ٥ مل من حمض الكبريتيك.

٣- ضع الأنبوبتين في الحمام المائي عند درجة حرارة ٢٠ْم لمدة ربع ساعة ثم اخلط المحلولين بسرعة وشغّل الساعة وانتظر حتى يتغير لون المحلول ثم أوقف الساعة وسجل الزمن المستغرق.

٤- كرر الخطوات السابقة عند درجات حرارة مختلفة (٣٠ ، ٥٠،٤٠ْم).

٥- ضع النتائج في جدول كما يلي وارسم علاقة بين $\ln\left(\frac{1}{t}\right)$ و $\left(\frac{1}{T}\right)$ ومنها احسب طاقة التنشيط.

T/K	$t/\,min$	$1/t$	$\ln(1/t)$	$\frac{1}{T}$
20 + 273				
30 + 273				
40 + 273				
50 + 273				

أساسيات الكيمياء الفيزيائية(عملي)

الديناميكا

الجدارة: تعيين ثوابت الديناميكا الحرارية الكيميائية و نوعيات مختلفة من حرارة التفاعل.

الأهداف:

- أن يعين المتدرب حرارة التفاعل الكيميائي بطرق مختلفة.
- أن يعين المتدرب ذوبانية المواد الكيميائية في الماء بطرق ثرموديناميكية.
- أن يعين المتدرب كمية المادة الممتزة على مادة مازة و منها تعيين مساحة سطح المادة المازة.
- أن يعين المتدرب ذوبانية الأملاح شحيحة الذوبان و ثابت الذوبان من التوصيل الكهربي.

الوقت المتوقع للدراسة: ١٦ ساعة

متطلبات الجدارة:

- إتقان حساب الديناميكا الحرارية و الكيمياء الحرارية في هذا المقرر.
- إتقان المعايرة الحجمية (دراسة مقرر أساسيات التحليل الكيميائي)

١١. تعيين حرارة التعادل

نظرية التجربة:

حرارة التعادل (ΔH) كمية الحرارة المنطلقة عند تعادل مكافئ جرامي من حمض مع مكافئ جرامي من قاعدة أو قلوي في محلول لانهائي التخفيف. و تستخدم محاليل مخففة للتخلص من حرارة التخفيف و التي تنتج عند مزج محلولي الحمض و القاعدة. و قد وجد أن حرارة التعادل لا تعتمد على نوع الحمض أو القاعدة متى كان كلاهما قوياً، و تقل حرارة التعادل عندما يكون الحمض أو القاعدة أو كلاهما ضعيفاً. و تنشأ حرارة التعادل في الواقع من تكون الماء من أيوني الهيدروجين و الهيدروكسيد المنطلقين من تفكك الحمض و القاعدة. و يجب استهلاك جزء من هذه الحرارة لتفكك الحمض الضعيف أو القاعدة الضعيفة أو كليهما. و يمكن تمثيل تفاعل تعادل حمض HX مع قاعدة BOH كما يلي:

$$HX + BOH \rightarrow H_2O + BX + \Delta H$$
$$H^+ + X^- + B^+ + OH^- \rightarrow H_2O + B^+ + X^-$$

المواد المستخدمة:

١- محلول ٠,١ عياري حمض الهيدروكلوريك.
٢- محلول ٠,١ عياري حمض الخليك.
٣- محلول ٠,١ عياري هيدروكسيد البوتاسيوم.
٤- محلول ٠,١ عياري هيدروكسيد الألمونيوم.

الأدوات المستخدمة:

١- محرار.
٢- مسعر (زجاجة داور) أو كأس سعة ٢٥٠ مل.
٣- كأسان سعة ٢٥٠ مل.

خطوات العمل:

١- ضع ١٠٠ مل من الحمض في كأس و ١٠٠ مل من القاعدة في كأس آخر. سجل درجة الحرارة عند الثبات لكلا المحلولين (T_i).
٢- امزج بسرعة المحلولين في المسعر المحتوي على المحرار و سجل أعلى درجة حرارة للخليط (T_f).
٣- كرر التجربة باستخدام الحمض و القاعدة الأخرى.

الحسابات:

كمية الحرارة المنطلقة = الحرارة الممتصة من المحلول + الحرارة الممتصة من المسعر

$$Q = \left(C_{cal}\times W_{cal} + C_{sol}\times W_{sol}\right) \Delta T$$

حيث C_{cal} الحرارة النوعية للمسعر و C_{sol} الحرارة النوعية للمحلول (يمكن اعتبارها للماء للتسهيل) و W_{cal} وزن المسعر و W_{sol} وزن المحلول (يمكن اعتباره حجم المحلولين للتسهيل) و ΔT فرق درجتي الحرارة T_f و T_i . عند اختلاف T_i للمحلولين يأخذ المتوسط.

حرارة التعادل تكون:

$$\Delta H = Q \times 100 \qquad cal/mol$$

الحمض	القاعدة	Ti	T_f	Q	ΔH
HCl	NaOH				
CH_3COOH	NaOH				
HCl	NH_4OH				

١٢. ذوبانية المواد

أ- تعيين حرارة الإذابة

نظرية التجربة:

حرارة الإذابة هي كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند ذوبان جزيء جرامي من مادة في الماء لتكوين محلول مخفف جداً.ومن المعروف أن بعض المواد عند ذوبانها في الماء تطرد الحرارة وبعضها الآخر يمتص الحرارة. ومن المواد الماصة للحرارة أثناء الذوبان KNO_3, NH_4Cl, KNO_3 ومن المواد الطاردة للحرارة $Na_2SO_4, KOH, NaOH$. وفي حالة الأملاح فإن التغير في الحرارة عند الذوبان يكون محصلة عمليتين هما تحطيم الشبكة البلورية وهيدرة الأيونات.

خطوات العمل:

- زن المسعر والمحرار وليكن الوزن هو W_1.
- ضع ٢٠٠مل من الماء المقطر في المسعر وسجل درجة الحرارة حتى ٥ دقائق.
- أضف إلى المسعر ٥ جم من KNO_3 أوNH_4Cl أو Na_2SO_4 مع التحريك السريع وسجل درجة الحرارة لمدة ١٠ دقائق (كل نصف دقيقة).
- زن المسعر والمحرار وبه محلول الملح وليكن الوزن هو W_2.

الحسابات:

كمية الحرارة بسبب الذوبان "Q" تعطى كما يلي:

$$Q = (C_{cal} \times W_{cal} + C_{sol} \times W_{sol}) \ \Delta T$$

حيث $C_{sol} = 1$, $W_{sol} = (W_2 - W_1)$, ΔT هي الفرق بين درجة الحرارة قبل وبعد الذوبان ونحصل عليها من الرسم البياني بين الزمن ودرجة الحرارة عند الخلط.

حرارة الإذابة ΔH تحسب كما يلي:

$$\Delta H = \frac{Q}{W_{(salt)}} \times M_{(salt)} \quad \text{Cal/mol}$$

حيث $W_{(salt)}$ و $M_{(salt)}$ وزن الملح ووزنه الجزيئي.

ب- تعيين قابلية الذوبان وحرارة الذوبان

نظرية التجربة:

تعّرف قابلية الذوبان بأنها عدد الجرامات من المذاب اللازم لتشبع ١٠٠ جم من المادة عند درجة حرارة معينة. ومن الممكن أيضاً التعبير عن قابلية الذوبان بعدد الجزيئات الجرامية من المذاب التي تشبّع ١كجم من الماء أو المذيب.

وتعتمد قابلية الذوبان على درجة الحرارة فقد تزيد أو تقل حسب حرارة الذوبان والمحكومة بعلاقة فانت هوف Van't Hoff

$$\ln S = -\frac{\Delta H}{R}\frac{1}{T} + \text{const}$$

حيث S هي قابلية الذوبان و ΔH هي حرارة الذوبان وهي كمية الحرارة التي تنطلق أو تمتص عند تكوين محلول مشبع يحتوي على جزيء جرامي من المذاب في كل كيلوجرام من المذيب.

المواد المستخدمة:

- أملاح مثل: $(NH_4)_2SO_4$, NH_4Cl, KBr, KCl.
- ماء مقطر.

الأدوات المستخدمة:

١. أنبوبة اختبار طولها ٢٠سم وعرضها ٣.٢ سم.
٢. محرار.
٣. حمام مائي.
٤. سحاحة.
٥. ميزان حساس.
٦. كأس زجاجي سعة ٦٠٠ مل.

خطوات العمل:

١. ضع حوالي٣٠٠ مل من الماء في كأس زجاجي سعة ٦٠٠ مل واتركه يغلي.
٢. زن أنبوبة الاختبار وليكن وزنها W_1 ثم ضع فيها ٥ جم من الملح المراد تعيين قابلية ذوبانه ثم أعد الوزن وليكن W_2 ومنها نحصل على الوزن الدقيق للملح ($W = W_2 - W_1$).

٣. أضف بواسطة السحاحة للملح ٣مل من الماء المقطر مع تسجيل هذا الحجم، ثم اغمر أنبوبة الاختبار في الحمام المائي حتى تمام ذوبان الملح ، وفي حالة بقاء بعض بلورات الملح يضاف ١مل إضافي من الماء المقطر من السحاحة مع تسجيل ذلك الحجم الجديد.

٤. أخرج عند تمام إذابة الملح الأنبوبة من الحمام المائي وبها المحرار مع التقليب بحرص في الهواء وسجل درجة الحرارة التي يبدأ فيها ظهور بلورات الملح ولتكن هي T.

٥. أعد الخطوة (٤) حتى تتأكد من أن درجة حرارة التشبع هي T وسجلها.

٦. أضف إلى أنبوبة الاختبار ١مل جديد من الماء وتعاد الأنبوبة إلى الحمام المائي لإكمال الإذابة ثم نكرر الخطوتين (٤) و (٥) للحصول على درجة التشبع الجديدة عند حجم الماء المقطر المضاف المسجل عند تلك الدرجة.

٧. أضف ١ مل من الماء المقطر وعين درجة التشبع في كل مرة كما سبق وصفه حتى نحصل على ٥ درجات تشبع على الأقل. حسب نوع الملح قد يكون من الأفضل إضافة نصف مل من الماء المقطر أو ٢ مل من الماء لنجاح العمل ويمكن الحصول على الحجم الصحيح بالممارسة العملية في حالة كل ملح. حيث:

$$S = \frac{W \times 1000}{V \times M_{salt}}$$

٨. سجل النتائج كما في الجدول الآتي:

V/ml	T/K	S , mol kg^{-1}	ln S	$\frac{1}{T}$

ترسم علاقة بين $\ln S$ و $\frac{1}{T}$ ومن الخط المستقيم يمكن الحصول على حرارة الذوبان

$\Delta H = -R \times$ الميل $= -2 \times$ الميل　Cal/mol

- في حالة $\Delta H = +ve$ يكون التفاعل ماصا للحرارة.
- في حالة $\Delta H = -ve$ يكون التفاعل طاردا للحرارة.

١٣. تعيين معامل التركيز الفعال من الطرد الملحي

نظرية التجربة :

يؤدي وجود إلكتروليت قوي إلى تقليل ذوبانية حمض ضعيف مثل حمض البنزويك في الماء. وتعرف هذه العملية بالطرد الملحي Salting out وترتبط الذوبانية في الماء النقي (S_o) و الذوبانية في وجود الإلكتروليت (S) حيث تركيز الإلكتروليت هو C بالعلاقة:

$$\log\left(\frac{S_o}{S}\right) = KC$$

حيث K هو ثابت عملية الطرد الملحي، والنسبة $\left(\frac{S_o}{S}\right)$ هي في الواقع معامل التركيز الفعال للمادة شحيحة الذوبان ،بمعنى أن $f = \left(\frac{S_o}{S}\right)$. حيث f هو معامل التركيز الفعال Activity coefficient وعلى ذلك يمكن حساب f من العلاقة :

$$\log f = KC = \log\left(\frac{S_o}{S}\right)$$

وبرسم علاقة بين $\log\left(\frac{S_o}{S}\right)$ ، و بين C نحصل على ثابت الطرد الملحي K ومنه نحصل على معامل التركيز الفعال f عند كل C للإلكتروليت

المواد المستخدمة:

١. محلول هيدروكسيد الصوديوم (0.03N) .
٢. حمض البنزويك.
٣. كلوريد الباريوم (نقي).
٤. دليل الفينولفثالين

الأدوات المستخدمة:

١. أربع زجاجات محاليل سعة ٢٥٠ مل.
٢. سحاحة.
٣. دورق معايرة.
٤. ماصة سعة ١٠ مل.

خطوات العمل:

١- حضر في الأربع قارورات التركيزات الآتية من كلوريد الباريوم (٥٠ مل):

$$[BaCl_2.2H_2O]= (0.1, 0.3, 0.5, 1.0)\ M$$

٢- أضف إلى كل قارورة كمية كافية من حمض البنزويك (حوالي ١,٥جم) لعمل محلول مشبع وذلك بتسخين القارورة حتى درجة ٦٠°م ثم تركها في الحمام المائي عند درجة ٣٥°م لمدة نصف ساعة.

٣- عين العيارية (التركيز) في كل قارورة للحمض الذائب وذلك بسحب ١٠مل من المحلول الرائق بواسطة ماصة على فوهتها قطعة من القطن مثبتة لمنع صعود الحمض الغير ذائب، ويوضع المحلول في دورق المعايرة وكذلك دليل الفينولفيثالين، ويستخدم في المعايرة محلول هيدروكسيد الصوديوم.

- سجل النتائج في جدول كما يأتي:

رقم القارورة	V_{NaOH}	C	$S_\circ$	S	$\frac{S_o}{S}$	$log\frac{S_o}{S}$	f

حيث تحسب الذوبانية كما يأتي:

$$(S_o or)S = \frac{0.03\times V_{NaOH}}{10}$$

تُرسم علاقة بين $log\frac{S_o}{S}$ و C ومنها نحصل على K حيث إنه هو الميل ،وبمعرفة K يمكن حساب f في كل قارورة حيث :

$$f = (10)^{KC}$$

١٤. الامتزاز من المحاليل

(امتزاز حمض الاوكساليك على الفحم الحيواني)

نظرية التجربة :

يتم امتزاز حمض الاوكساليك على الفحم الحيواني المنشط من المحاليل المائية حسب العلاقة العامة المعروفة بعلاقة فرويندليش Freundlichعند ثبوت درجة الحرارة:

$$X = KC^{\frac{1}{n}}$$

حيث X هي كمية الحمض الممتزة لكل جرام من الفحم، C هي تركيز الاتزان بعد الامتزاز و K,n ثابتان.

المواد المطلوبة :

١- حمض الأوكساليك تركيز (1.0 M)
٢- هيدروكسيد الصوديوم (0.1M).
٣- فحم حيواني منشط.
٤- دليل الفينول فيثالين.
٥- ماء مقطر.

الأدوات المطلوبة :

١. خمس زجاجات محاليل سعة ٢٥٠ مل.
٢. ميزان حساس.
٣. ماصة.
٤. سحاحة.
٥. دورق مخروطي.
٦. قمع ترشيح.
٧. ورق ترشيح.

خطوات العمل :

١- حضر في الزجاجات الخمس حجماً قدره ١٠٠ مل من حمض الاوكساليك و بتراكيز مختلفة لكل زجاجة على النحو التالي:

M_b =(0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1) M oxalic acid

٢- أضف إلى كل زجاجة ١,٠٠جم من الفحم ثم رج كل خمس دقائق حتى يحدث الاتزان أي بعد حوالي نصف ساعة.

٣- رشح كل زجاجة في دورق آخر مع إهمال القطرات الأولى من الرشيح (٣ مل) في زجاجات جديدة ونظيفة.

٤- عين عيارية (تركيز) محلول الرشيح في كل زجاجة وذلك بأخذ ١٠ مل مع نقطة من دليل الفينول فيثالين ووضعها في الدورق المخروطي ومعايرتها بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم الموجود في السحاحة(M_a).

- سجل النتائج في جدول كما يلي:

Bottle	V/mL NaOH	M_b/mol L^{-1}	M_a / mol L^{-1}	X/g	C/ g L^{-1}	log C	log X

حيث
$$M_a = N_a/2 = \frac{(NV)_{NaOH}}{10\times 2}$$

وحيث
$$X = \frac{(M_b - M_a)\times 126}{10}$$

وحيث
$$C = M_a \times 126$$

يرسم علاقة بين log C و log X ومنها يتم تعيين الثابتين K,n:

١٥. امتزاز حمض الخليك على الفحم الحيواني

نظرية التجربة:

يتم امتزاز حمض الخليك على الفحم الحيواني من المحاليل المائية حسب علاقة لانجمير Langmiur isotherm عند درجة حرارة ثابتة:

$$\theta = \frac{KC}{1+KC}$$

حيث θ هي الجزء من السطح المغطى بالحمض المُمتز، C هي التركيز بعد الامتزاز (تركيز الاتزان)، K هو ثابت الاتزان في عملية الامتزاز.

ويمكن التعبير عن θ بالمقدار:

$$\theta = \frac{N}{N_m}$$

حيث N هي عدد الجزيئات الممتزة لكل جرام من مادة الامتزاز و N_m هي عدد الجزيئات الممتزة اللازمة لتكون طبقة كاملة $\theta = 1$، وعلى ذلك:

$$\frac{N}{N_m} = \frac{KC}{1+KC}$$

وبإعادة ترتيب المعادلة السابقة يمكن الحصول على العلاقة:

$$\frac{C}{N} = \frac{1}{KN_m} + \frac{C}{N_m}$$

ومن هذه العلاقة يمكن الحصول على كل من K, N_m.

المواد المستخدمة:

١. حمض خليك (0.5M).
٢. هيدروكسيد الصوديوم (0.1M).
٣. فحم حيواني منشط.
٤. دليل الفينول فيثالين.

الأدوات المستخدمة:

١. خمس زجاجات محاليل سعة ٢٥٠ مل.
٢. ورق ترشيح.
٣. قمع ترشيح.
٤. دورق مخروطي.

٥. سحاحة.

٦. ماصة مدرجة سعة ١٠ مل.

خطوات العمل:

١- حضر في الزجاجات الخمس حجماً قدره ١٠٠ مل من حمض الخليك و بتراكيز مختلفة لكل قارورة على النحو التالي: M_b =(0.2, 0.15, 0.12, 0.09, 0.06) M CH_3COOH

- أضف إلى كل زجاجة ١,٠٠جم من الفحم ثم رج كل خمس دقائق حتى يحدث الاتزان أي بعد حوالي نصف ساعة.

٢- رشح كل زجاجة في دورق آخر مع إهمال القطرات الأولى من الرشيح (٣ مل) في زجاجات جديدة ونظيفة.

٣- عين عيارية (تركيز) محلول الرشيح في كل زجاجة وذلك بأخذ ٢٥ مل مع نقطة من دليل الفينول فيثالين ووضعها في الدورق المخروطي ومعايرتها بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم الموجود في السحاحة(M_a).

٤- سجل النتائج في جدول كما يلي:

رقم القارورة	M_b	$C = M_a$	$N = \left(\frac{M_b - M_a}{10}\right)$	C/N

ترسم علاقة بيانية بين C/N و C ومنها نحصل على خط مستقيم ، حيث الميل = $\frac{1}{N_m}$ والقاطع = $\frac{1}{KN_m}$

وللحصول على ثابت الاتزان: $K=\frac{\text{الميل}}{\text{القاطع}}$

ومن قيمة K نحسب قيمة ΔG^o : $\Delta G^o = -RT \ln K$

ومن قيمة N_m نحسب الحد الأدنى لمساحة سطح الفحم (S) لكل جرام:

$$S = N_m \times 6.02 \times 10^{23} \times a_{CH_3COOH}$$

حيث a_{CH_3COOH} هي مساحة جزيء حمض الخليك

١٦. استخدام قياس الموصلية الكهربية لتعيين ثابت قابلية الذوبان للمواد شحيحة الذوبان

نظرية التجربة:

لما كانت المواد شحيحة الذوبان والقابلة للتأين في الماء يمكن اعتبار محاليلها المشبعة محاليل مخففة جداً ،فإن موصليتها الكهربية المكافئة هي في الواقع الموصلية عند تخفيف لانهائي والتي يمكن حسابها من الجداول. وعلى ذلك:

$$\Lambda_c = \Lambda_\infty = \frac{k \times 1000}{C}$$

حيث Λ_c هي الموصلية المكافئة عند تركيز مقداره C (جرام مكافئ لكل لتر) و Λ_∞ هي الموصلية المكافئ عند تركيز يؤول للصفر ويمكن حسابها من مجموع الموصلية الأيونية للأيونين المكونين للمادة

$$\Lambda_\infty = \lambda_\infty^{+} + \lambda_\infty^{-}$$

وk هي الموصلية النوعية للمحلول المشبع ومن القياس والحساب يمكن التوصل إلى الذوبانية (جرام لكل لتر)

$$S = C \times Eq.wt.$$

ومن معرفة الذوبانية يمكن حساب ثابت الذوبانية حسب نوع المادة.

المواد المستخدمة:

١. محلول كلوريد البوتاسيوم ($0.01\ M\ KCl = 0.0014\ S\ cm^{-1}$).
٢. مواد شحيحة الذوبان مثل أملاح : $PbSO_4$, $AgCl$, $BaSO_4$.
٣. ماء مقطر.

الأدوات المستخدمة:

١. جهاز قياس الموصلية.
٢. ورق ترشيح.
٣. قمع ترشيح.

خطوات العمل:

١- عين ثابت الخلية وإذا كان غير معلوم باستخدام محلول كلوريد البوتاسيوم تركيزه ٠,٠١ عياري والذي يعطي موصلية مقدارها ٠,٠٠١٤١٣ أوم⁻١ سم⁻١ عند ٢٥°م.

٢- عين الموصلية النوعية للماء المقطر المستخدم في عمل المحلول المشبع للملح شحيح الذوبان ولتكن k_{water}.

٣- حضر محلول مشبع من الملح المراد حساب ذوبانيته في الماء وذلك بغسل الملح عدة مرات بماء مقطر حتى تزول المواد الذائبة منه ثم إذابة بعضه في مقدار من الماء المقطر بعد الترشيح والحصول على الملح المغسول جيداً.

٤- عين موصلية المحلول المشبع من الملح شحيح الذوبان عند درجة ٢٥°م ولتكن هي k_{salt}. الموصلية النوعية الحقيقية تكون:

$$k = k_{salt} - k_{water}$$

من علاقة الموصلية والتركيز احسب التركيز المكافئ للملح:

$$C = \frac{k \times 1000}{\lambda_{\infty}^{+} + \lambda_{\infty}^{-}}$$

ومنها يمكن حساب الذوبانية:

$$S = C \times Eq\ .wt$$

وكذا ثابت قابلية الذوبان:

$$K_{sp} = (S/M.wt)^2$$

وذلك لملح له الصيغة البنائية MX مثل: $BaSO_4$, $AgCl$, $PbSO_4$

الموصيلية الأيونية لبعض الأيونات للأملاح شحيحة الذوبان في الماء عند ٢٥°م

$Ag^{+} = 61.90\ cm^2\Omega^{-1}equ.$	$Cl^{1-} = 76.35\ cm^2\Omega^{-1}equ.$
$Ba^{2+} = 63.63\ cm^2\Omega^{-1}equ.\ \frac{1}{2}$	$SO_4^{2-} = 80.02\ cm^2\Omega^{-1}equ.\ \frac{1}{2}$
$Pb^{2+} = 73.01\ cm^2\Omega^{-1}equ.\ \frac{1}{2}$	
$Ca^{2+} = 59.50\ cm^2\Omega^{-1}equ.\ \frac{1}{2}$	

أساسيات الكيمياء الفيزيائية (عملي)

محاليل

محاليل

٤

الجدارة: تعيين الوزن الجزيئي من الخواص الجامعة و تعيين شكل الطور للحالات المختلفة.

الأهداف:

- أن يعين المتدرب الوزن الجزيئي لمادة كيميائية من الخواص الجامعة، مثل ارتفاع درجة الغليان أو انخفاض درجة التجمد.
- أن يعين المتدرب شكل الطور لنظام ثنائي مكثف مثل الماء و الفينول و الدرجة العظمى الحرجة للذوبان.
- أن يعين المتدرب شكل الطور لنظام ثلاثي مكثف مثل الماء و الإيثانول و خلات الإيثيل.

الوقت المتوقع للدراسة: ١٢ ساعة

متطلبات الجدارة: دراسة قانون الطور و قوانين الخواص الجامعة للمحاليل في هذا المقرر.

١٧. تعيين الوزن الجزيئي لمذاب في مذيب

(من الخواص الجامعة للمحاليل)

نظرية التجربة:

الخواص الجامعة لمحاليل مكونة من مذاب غير متطاير في مذيب هي أربع خواص تظهر بسبب وجود المذاب وهي كما يأتي:

١. ارتفاع درجة غليان المذيب.
٢. انخفاض درجة تجمد المذيب.
٣. نقص الضغط البخاري للمذيب.
٤. نشوء الضغط الأسموزي.

ومن الممكن أن تستخدم أي من هذه الخواص في تعيين الوزن الجزيئي لمذاب بشرط أن يكون التركيز منخفضاً وألا يحدث للمذيب تكسير أو تجميع Dissociation or Association

- في حالة الغليان $\Delta T = k_b m$
- في حالة التجمد $-\Delta T = k_f m$

حيث ΔT هو الارتفاع أو الانخفاض.

m هو مولارية المحلول (عدد جزيئات المذاب في كيلوجرام من المذيب).

k_b هو ثابت ارتفاع درجة الغليان المولالي.

k_f هو ثابت انخفاض درجة التجمد المولالي.

ويمكن حساب التركيز m كما يلي:

$$m = \frac{W_{solute} \times 1000}{W_{solvent} \times MW_{solute}}$$

وعلى ذلك يمكن حساب الوزن الجزيئي:

$$MW_{solute} = \frac{W_{solute} \times 1000}{\Delta T \times W_{solvent}} \times k_b$$

أو

$$MW_{solute} = \frac{W_{solute} \times 1000}{\Delta T \times W_{solvent}} \times k_f$$

أ- تعيين الوزن الجزيئي من ارتفاع دراجة حرارة الغليان

المواد المستخدمة:

١. هكسان حلقي.

٢. نفثالين.

٣. سكر.

٤. كلوريد الصوديوم.

٥. رابع كلوريد الكربون.

الأدوات المستخدمة:

١. دورق دائري القعر سعة ١٠٠ مل.

٢. مكثف عاكس (رادّ).

٣. محرار.

٤. حمام مائي.

٥. ماء مقطر.

خطوات العمل:

١- ضع كمية مناسبة من المذيب في الدورق الدائري القعر ثم ركب المكثف العاكس ثم اغمره في الحمام المائي وارفع درجة الحرارة حتى الغليان ثم سجل درجة غليان المذيب.

٢- حضر محلول من المذيب والمذاب حوالي ٥٪ بالوزن.

٣- عين درجة غليان المحلول كما في الخطوة (١).

بمعرفة k_b للمذيب يمكن حساب الوزن الجزيئي للمذاب MW_{solute} من العلاقة السابقة حيث ΔT هو الفرق بين درجة حرارة غليان المذيب والمحلول.

ب- تعيين الوزن الجزيئي من انخفاض درجة التجمد

المواد المستخدمة:

١. نفثالين.Naphthalene

٢. فينول Phenol.

الأدوات المستخدمة:

١. أنبوبة اختبار كبيرة (١٥٠مل).

٢. محرار.

٣. حمام مائي.

خطوات العمل:

١. يضاف حوالي ١٠ جم من الفينول في الأنبوبة ثم تغمر في الحمام المائي ($70\ ^oC$) حتى تمام الذوبان مع التقليب مع التقليب بالمحرار ثم ترفع الأنبوبة من الحمام المائي وترصد درجة الحرارة حتى بدء التجمد ثم تسجل درجة التجمد للفينول.

٢. يضاف حوالي ٢ جم من النفثالين إلى الأنبوبة السابقة ثم يعاد تعيين درجة التجمد.

٣. بمعرفة k_f للمذيب يمكن حساب الوزن الجزيئي للمذاب(النفثالين) MW_{solute} من العلاقة السابقة حيث ΔT هو الفرق بين درجة حرارة تجمد المذيب(الفينول) والمحلول(الفينول+النفثالين).

٤. استعمل قيم k_b وk_f المجودة في الملاحق في نهاية الكتاب.

١٨ . تطبيق قاعدة الطور على النظام الثنائي المكثف الماء و الفينول

نظرية التجربة :

ترتبط درجات الطلاقة (المتغيرات المستقلة) بكل من عدد الأطوار(P) وعدد المكونات(C) حسب قاعدة الطور بالعلاقة:

$$F = C - P + 1$$

في حالة السوائل المكونة من سائلين محدودي الامتزاج فإن المحلول يتكون عندما تصل درجة الحرارة إلى حد معين يسمى الدرجة الحرجة وهي درجة الحرارة التي عندها أو أعلى منها يتكون المحلول (محلول متجانس) وأقل منها يكون المحلول غير متجانس (أكثر من طبقة).

ويمثل الماء و الفينول نظاماً ثنائياً مكثفاً ($C = 2$) وعندما يكون المحلول متجانساً (طبقة واحدة تكون ($P = 1$) وعندما يكوناً مكون من طبقتين فإن ($P = 2$).

ويسمى المنحنى الذي يربط العلاقة بين تركيز أحد المكونين ودرجة الحرارة الحرجة منحنى الذوبانية والرسم يسمى برسم الطور Phase diagram وعليه يتضح وضع المكونين عند تراكيز ودرجات حرارة مختلفة.

المواد المستخدمة :

١. ماء مقطر.
٢. فينول.

الأدوات المستخدمة :

١. أنبوبة اختبار كبيرة (٥٠مل).
٢. ميزان حساس.
٣. محرار.
٤. حمام مائي.
٥. سحاحة.

خطوات العمل :

- ضع في الأنبوبة ٣,٠٠ جم من الفينول ثم بواسطة السحاحة أضف إليها الماء المقطر اللازم للحصول على تركيز (٦٠٪) من الفينول في الماء وذلك بالعلاقة:

$$\times\% = \frac{W_{phenol}}{W_{phenol} + W_{H_2O}}$$

حيث $\% \times$ هي النسبة المئوية ، W هي الوزن مع ملاحظة أن كثافة الماء عند درجة حرارة ٢٥ْم تساوي ١,٠٠ جم/مل .

- انقل الأنبوبة إلى الحمام المائي (٧٠ْم) حتى تمام الذوبان والحصول على طبقة واحدة على أن يكون المحرار في داخل الأنبوبة.
- ارفع الأنبوبة من الحمام المائي وقم بتسجيل درجة الحرارة التي يتم عندها البدء في ظهور العُكارة وتكوين الطبقتين ولتكن (T).
- كرر الخطوات السابقة وذلك بتخفيف نفس الأنبوبة وما بها من الفينول بالماء المقطر لإيجاد درجة الحرارة الحرجة عند التركيزات الآتية: (٥٠ ، ٤٠ ، ٣٠ ، ٢٠ ، ١٥ ، ١٠ ٪).سجل النتائج في جدول كما يلي:

الفينول٪	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٠	١٥	١٠
T/ºC							

٤. ارسم علاقة بين الفينول ٪ و درجة الحرارة الحرجة للذوبان وعين من الرسم النهاية العظمى للدرجة الحرجة للذوبان $(T_C)_{max}$ والتركيز المقابل لها.

١٩. قاعدة الطور لنظام ثلاثي المكون من الماء والكحول والأستر

نظرية التجربة:

يكوّن الماء مع الأستر نظاماً محدوداً الذوبانية ولكن تزداد الذوبانية عند إضافة سائل آخر مثل الكحول الإيثيلي والذي يذوب بغير حدود في كل من السائلين (الماء أو الأستر) ويعرف تمام الذوبانية باختفاء العكارة وتكون طبقه واحدة متجانسة. وقاعدة الطور في حالة نظام مكثف وعند ثبوت درجة الحرارة تكون:

$$F = C - P$$

حيث F هي عدد المتغيرات المستقلة، P عدد الأطوار، C عدد المكونات.

ولتمثيل قاعدة الطور لهذا النظام الثلاثي نحتاج إلى رسم مثلث متساوي الأضلاع (١٠سم لكل ضلع) يمثل كل ضلع أحد التركيزات وحيث يكون رأس المثلث ممثلاً لتركيز ١٠٠٪ من أحد المكونات ولأي نقطة في المثلث النقطة (P) فإن

$$P_a + P_b + P_c = 100\%$$

حيث P_a يمثل نسبة الكحول، P_b نسبة الأستر، P_c نسبة الماء. ولتمثيل النقطة (٦٠٪ كحول، ٣٠٪ ماء، ١٠٪ أستر) بيانياً نرسم أولاً خطاً موازياً لمحور الأستر وعند تركيز كحول ٦٠ ٪ (P_c) ثم نرسم خطاً موازياً لمحور الكحول وعند تركيز ماء ٣٠ ٪ (P_b)، ثم أخيراً يكون الخط (P_a) موازياً لمحور الماء وعند ١٠ ٪ أستر، وعندما نعين نقطة اختفاء العكارة عند تركيزات مختلفة نحصل على المنحنى الذي يصف قاعدة الطور والمسمى بالمنحنى ثنائي العقدة.

المواد المستخدمة:

كحول إيثيلي. أستر خلات الإيثيل. ماء مقطر.

الأدوات المستخدمة:

٥ دوارق صغيرة (١٠٠مل). ماصة سعة ١٠ مل. سحاحة.

خطوات العمل:

١- اخلط في الخمس دوارق الحجوم التالية (مل):

رقم الدورق	١	٢	٣	٤	٥
حجم الأستر ml	١٠	٩	٨	٧	٦

حجم الماء ml	٢	٣	٤	٥	٦

٢- ضف باستخدام السحاحة الكحول قطرة قطرة حتى تبدأ العكارة في الاختفاء ثم قم بتسجيل حجم الكحول في كل حالة.

٣- احسب النسبة المئوية لمكونات كل دورق عند تمام الامتزاج (W/W):

المكون٪ = ((وزن المكون) ÷ (وزن كل المكونات)) × ١٠٠

رقم الدورق	١	٢	٣	٤	٥
أستر ٪					
كحول ٪					
ماء ٪					

علماً بأن كثافة الماء المقطر = ٠٫٩٩٦ جم / مل.

كثافة الأستر = ٠٫٨٩٤ جم / مل.

كثافة الكحول = ٠٫٧٨٩ جم / مل.

٤- ارسم النتائج على المثلث المتساوي الأضلاع المنحنى ثنائي العقدة وأوجد النهاية العظمى للذوبانية (التركيزات المقابلة).

بعض الثوابت المهمة

اسم الثابت	القيمة
سرعة الضوء	$c = 2.998 \times 10^{8}\ m/s$
عجلة (تسارع) الجاذبية الأرضية	$g = 9.806\ m/s^{2}$
ثابت فارادي	$F = 96{,}485\ c/mol$
ثابت العام للغازات	$R = 8.314\ J/K.mol$ $R = 1.987\ cal/K.mol$ $R = 0.082\ l.atm/K.mol$
ثابت بلتزمان Boltzman	$k = 1.38 \times 10^{-23}\ J/K$
عدد افوجادرو Avogadro	$N = 6.022 \times 10^{23}\ mol^{-1}$
شحنة الإلكترون (البروتون)	$e = 1.602 \times 10^{-19}\ C$ $e = 4.803 \times 10^{-10}\ esu$
ثابت بلانك Planck	$h = 6.626 \times 10^{-34}\ J.s$
وحدة الكتلة الذرية	$u = 1.66 \times 10^{-27}\ kg$
كتلة الإلكترون	$m_e = 9.109 \times 10^{-31}\ kg$
كتلة البروتون	$m_p = 1.673 \times 10^{-27}\ kg$
كتلة النيوترون	$m_n = 1.675 \times 10^{-27}\ kg$
العدد (أساس اللوغاريتم الطبيعي) e	E=2.71828182846
التقدير الدائري π	$\pi = 3.14159265359$

تحويلات مهمة

درجة الحرارة	1K=1ºC+273.16
الضغط	1 atm = 760 mm Hg = 760 Torr = 101.325 kPa 1 bar = 10^5 Pa
الحجم	1 l =10^3 cm^3 = 1000 ml
القوة	1 N = 10^5 dyne
الطاقة	1 J = 10^7 erg 1 cal = 4.184 J
الزمن	1 year = 365.25 days(d) 1 day = 24 hours (h) 1 hour = 60 minutes (min) 1 minute = 60 second(s)
الشحنة الكهربية	10^9 esu $\times$ 1 C = 3

وحدات القياس

الكمية	وحدة القياس	رمز وحدة القياس
النظام الدولي SI		
الطول	متر meter	m
الكتلة	كيلوجرام kilogram	Kg
الزمن	ثانية second	S
القوة	نيوتن Newton	N
الطاقة	جول Joule	J
القدرة	وات Watt	W
كمية المادة	مول	mol
شدة الاستضاءة	قنديله Candle	cd
شدة التيار	أمبير Ampere	A
الضغط	باسكال Pascal	Pa
النظام المتري cgs		
الطول	سم Centimeter	cm
الكتلة	جرام gram	g
الزمن	ثانية second	s
القوة	داين dyne	dyne
الطاقة	ارج erg	erg
وحدات أخرى		
الجهد الكهربي	فولت Volt	Volt
المقاومة الكهربية	أوم Ohm	Ω
الشحنة الكهربية	كولوم Colom	C
الحجم	لتر liter	L
الضغط	جو atmosphere	atm
درجة الحرارة	كلفن Kelvin	k

مضاعفات وأجزاء القيم والوحدات

هناك لواحق يعبر عنها برمز معين يضاف أمام الوحدة أو القيمة ليعطي بعض المضعفات أو أجزاء منها.

اللاحقة الأمامية	رمز اللاحقة الأمامية	المعنى
femto فمتو	f	10^{-15}
pico بيكو	p	10^{-12}
nano نانو	n	10^{-9}
micro ميكرو	μ	10^{-6}
milli ملي	m	10^{-3}
centi سنتي	c	10^{-2}
deci ديسي	d	10^{-1}
kilo كيلو	k	10^{3}
mega ميجا	M	10^{6}
giga جيجا	J	10^{9}
tetra تترا	T	10^{12}

حالة خاصة لوحدة الطول:

$1\ m = 10\ dm = 100\ cm = 10^{6}\ \mu m$

حروف يونانية

نطق الحرف	الشكل الأول	الشكل الثاني
الفا	A	α
بيتا	B	β
جاما	Γ	γ
دلتا	Δ	δ
ايتا	H	η
سيجما	Σ	σ
باي	Π	π
فاي	Φ	φ
بساي	Ψ	ψ
أوميجا	Ω	ω
سيتا	Θ	θ
رو	R	ρ
كبا	K	κ
ابسلون	E	ε
ميو	M	μ
نيو	N	υ
لندا	Λ	λ
تاو	T	τ
كساي		χ
زيتا	Ξ	ξ

ثوابت تفكك الأحماض والقلويات عند ٢٥° م

الإلكتروليت		ثابت التفكك
الأحماض		k_a
حمض الكربونيك	H_2CO_2	$k_1 = 4.3\times10^{-7}, k_2 = 5.6\times10^{-11}$
حمض الهيدروسيانيك	HCN	4.8×10^{-10}
حمض الخليك(الخل)	CH_3COOH	1.8×10^{-5}
حمض الفورميك(النمل)	$HCOOH$	1.8×10^{-4}
حمض البنزويك	C_6H_5COOH	6.3×10^{-5}
حمض البوريك	H_3BO_3	7.2×10^{-10}
حمض الهيدروكلوريك	HCl	10^{7}
حمض الهيدروبروميك	HBr	10^{9}
حمض الهيدروايوديك	HI	10^{11}
حمض الفسفوريك	H_3PO_4	$k_1 = 6.9\times10^{-3}, k_2 = 6.2\times10^{-8},$ $k_3 = 4.8\times10^{-13}$
حمض البوريك	H_3BO_3	5.9×10^{-9} □
حمض كربيد الهيدروجين	H_2S	$k_1 = 8.9\times10^{-8}, k_2 = 1.2\times10^{-13}$
قواعد		k_b
هيدروكسيد الامونيوم	NH_4OH	1.7×10^{-5}
أنيلين	$C_6H_5NH_2$	4.1×10^{-10}
أمين الميثيل	CH_3NH_2	5×10^{-4}
بريدين	C_5H_5N	1.7×10^{-9}

ثوابت الارتفاع والانخفاض المولالية للمذيبات

المذيب		k_b °C/molal	k_f °C/molal
الماء	H_2O	0.51	1.86
الايثانول	CH_3CH_2OH	1.22	-
الميثانول	CH_3OH	0.83	-
البنزين	C_6H_6	2.53	5.12
التلوين	$C_6H_5CH_3$	33.3	-
ايثيل ايثر	$(C_2H_5)_2O$	2.02	1.79
كلوروفورم	$C Cl_3H$	3.63	-
رابع كلوريد الكربون	$C Cl_4$	5.02	29.8
الكافور		5.61	37.7
حمض الخليك	CH_3COOH	3.07	3.9
الهكسان الحلقي	C_6H_{12}	2.79	20
برومو بنزين	C_6H_5Br	3.87	14.4
نفثالين	$C_{10}H_8$	5.80	6.9
فينول	C_6H_5OH	3.60	7.4

التوصيلية الأيونية عند تخفيف لانهائي عند ٢٥ْ م.

الأيون	الرمز	التوصيلية الأيونية $\lambda_{\infty}^{\pm}$
الهيدروجين	H^+	349.8
الليثيوم	Li^+	38.69
الصوديوم	Na^+	50.11
البوتاسيوم	K^+	73.52
الأمونيوم	NH_4^+	73.4
الكالسيوم	$\frac{1}{2}Ca^+$	59.5
الباريوم	$\frac{1}{2}Ba^+$	63.6
الرصاص	$\frac{1}{2}Pb^+$	71
الخارصين	$\frac{1}{2}Zn^+$	52.8
الهيدروكسيد	OH^-	198.0
الكلوريد	Cl^-	75.23
البروميد	Br^-	78.1
اليوديد	I^-	76.80
الخلات	CH_3COO^-	40.9
الكبريتات	$\frac{1}{2}SO_4^{2-}$	79.8
الكربونات	$\frac{1}{2}CO_3^{2-}$	69.3

الجهد القياسي لتفاعلات الأكسدة والاختزال عند ٢٥ ْم (اختزال).

التفاعل	الجهد القياسي
$Li^+ + e = Li$	-3.045
$K^+ + e = K$	-2.925
$Na^+ + e = Na$	-2.714
$Al^{3+} + 3e = Al$	-1.662
$Zn^{2+} + 2e = Zn$	-0.763
$Fe^{2+} + 2e = Fe$	-0.440
$PbSO_4 + 2e = Pb + SO_4^{2-}$	-0.36
$Ni^{2+} + 2e = Ni$	-0.250
$Sn^{2+} + 2e = Sn$	-0.136
$Pb^{2+} + 2e = Pb$	-0.126
$H^+ + e = ½H_2$	0.00
$Sn^{4+} + 2e = Sn^{2+}$	0.15
$Cu^{2+} + e = Cu^+$	0.153
$AgCl + e = Ag + Cl^-$	0.222
$Hg_2Cl_2 + 2e = 2Hg + 2Cl^-$	0.268
$Cu^{2+} + 2e = Cu$	0.337
$Cu^+ + e = Cu$	0.521
$I_2 + 2e = 2I^-$	0.536
$O_2 + 2H^+ = H_2O_2$	0.68
$Fe^{3+} + e = Fe^{2+}$	0.771
$Ag^+ + e = Ag$	0.799
$O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O$	1.229
$PbO_2 + 4H^+ + 2e = Pb^{2+} + 2H_2O$	1.455

حاصل الإذابة للأملاح شحيحة الذوبان في الماء عند ٢٥ْ م

المادة		حاصل الإذابة k_s
هيدروكسيد الألومنيوم	$Al(OH)_3$	3.7×10^{-15}
هيدروكسيد الكالسيوم	$Ca(OH)_2$	5.5×10^{-6}
هيدروكسيد الماغنسيوم	$Mg(OH)_2$	1.2×10^{-11}
هيدروكسيد الباريوم	$Ba(OH)_2$	5×10^{-3}
هيدروكسيد النحاس	$Cu(OH)_2$	2.2×10^{-20}
كلوريد الفضة	$AgCl$	1.0×10^{-10}
يوديد الفضة	AgI	1.5×10^{-16}
بروميد الفضة	$AgBr$	7.7×10^{-13}
كرومات الفضة	Ag_2CrO_4	9.0×10^{-12}
كبريتيد النحاسيك	CuS	8.5×10^{-45}
كبريتيد الزئبقوز	Hg_2S	10^{-47}
كبريتيد الرصاص	PbS	7×10^{-29}
كبريتيد البزموث	Bi_2S_3	10^{-97}
كبريتيد الفضة	Ag_2S	6.3×10^{-50}
كبريتات الباريوم	$BaSO_4$	1.1×10^{-10}
كبريتات الكالسيوم	$CaSO_4$	9.1×10^{-6}
كربونات الكالسيوم	$CaCO_3$	2.8×10^{-6}
كربونات الباريوم	$BaCO_3$	5.1×10^{-6}
كربونات الخارصين	$ZnCO_3$	2×10^{-10}

كواشف تفاعلات التحليلية (لتحديد نقطة نهاية التفاعل)

الكاشف	نوع التفاعل	تغير اللون
الفينولفيثالين ph.ph	معايرة حمض مع قاعدة قوية	عديم اللون(حمض) إلى أحمر(قاعدة)
الميثيل البرتقالي M.O	معايرة حمض قوي مع قاعدة	أحمر(حمض) إلى أصفر(قاعدة)
تباع الشمس Litmus	كشف الحموضة أو القلوية	أحمر(حمض) إلى أزرق (قاعدة)
النشا الذائب	كشف وجود اليود معايرة اليود مع الثيوكبريتات	أزرق قاتم في وجود اليود ويختفي بإضافة الثيوكبريتات
داي ميثيل جليوكسيم	كشف وجود النيكل	راسب أحمر مع ايون النيكل
ديكرومات البوتاسيوم	معايرة الكلور بنترات الفضة بطريقة موهر Mohr	راسب أحمر مع الزيادة من أيون الفضة
الفلورسين Fluorescein	معايرة الكلور بنترات الفضة بطريقة فاجان Fajan	تحول الراسب الأبيض إلى أحمر عند نقطة النهاية
الميروكسيد Murexide	معايرة EDTA لأيون الكالسيوم	تحول اللون الأحمر إلى أزرق
أريو كروم بلاك تي EBT	معايرة EDTA لأيونات مختلفة	تحول اللون الأحمر إلى أزرق
زيلينول البرتقالي	معايرة EDTA لأيونات عديدة	تحول اللون الأحمر إلى أصفر
بيروكتيكول البنفسجي PVC	معايرة EDTAلأيونات عديدة	تحول اللون الأزرق إلى بنفسجي

طاقة التكوين القياسية (ΔH^o /kcal mol^{-1}) للمركبات عند ٢٥ ْم.

المركب الغازي	ΔH^o	المركب	ΔH^o
أول اكسيد الكربون CO	-26.42	سائل البنزين C_6H_6	11.72
ثاني أكسيد الكربون CO_2	-94.05	سائل الميثانول CH_4	-57.08
الميثان CH_4	-17.89	سائل الايثانول C_2H_3	-66.41
الأسيتيلين C_2H_2	54.19	سائل رابع كلوريد الكربون CCl_4	-33.25
الايثان CH_3CH_3	-20.24	سائل الماء H_2O	-68.32
البروبان C_3H_8	-24.82	كلوريد الصوديوم الصلب NaCl	-98.35
البنزين C_6H_6	19.82	كربونات الصوديوم الصلب $NaCO_3$	-270.53
الميثانول CH_3OH	-48.08	أكسيد السليكون الصلب SiO_2	-217.92
الايثانول C_2H_5OH	-56.63	كربونات الكالسيوم الصلب $CuCO_3$	-288.73
الماء H_2O	-57.80	أكسيد الرصاص الصلب PbO	-51.20
الأمونيا NH_3	-11.04	كلوريد الفضة الصلب AgCl	-30.38
كلوريد الهيدروجين HCl	-22.06	بروميد الفضة الصلب AgBr	-23.80
بروميد الهيدروجين HBr	-8.66	يوديد الفضة الصلب AgI	-14.93
يوديد الهيدروجين HI	6.2	كبريتيد الرصاص الصلب PbS	-23.52
ثاني أكسيد الكبريت SO_2	-70.96		
ثالث أكسيد الكبريت SO_3	-94.45		
الايثيلين C_2H_4	12.50		
فورمالدهيد HCOH	-116		

- طاقة تكوين الغازات مثل $F_2,Br_2,Cl_2,O_2,N_2,H_2$ وهي الصفر.
- طاقة تكوين المواد الصلبة مثل الجرافيت والسليكون والصوديوم والكبريت المعيني واليود هي الصفر.

طاقة الرابطة الكيميائية (كيلو جول لكل جزيء).

الرابطة	طاقة الربطة	الرابطة	طاقة الربطة
H-H	432	H—Si	323
O-O	146	C—N	305
N-N	160	C—O	358
F-F	154	C—S	259
Cl -Cl	239	C—F	485
Br-Br	193	C—Cl	339
C-C	347	C—Br	276
C=C	614	C—I	240
C≡C	839	N—F	272
N=N	418	N—Cl	200
O=O	495	N—Br	243
H—C	413	C=O	799
H—Cl	427	C≡O	1072
H—O	467	N=O	607
H—N	391	C≡N	887
H—Br	363	N≡N	941
H—S	347		

معلومات رياضية

خواص اللوغاريتمات:

عند كتابة أي عدد موجب في صورة أساس (base) و أس (power) فإن لوغاريتم العدد هو الأس ،هناك أساسان شهيران هما :

١. العدد 10 ويسمى اللوغاريتم لهذا الأساس log.

٢. العدد e = 2.71828 ويسمى اللوغاريتم لهذا الأساس ln.

مثال ١ :أوجد اللوغاريتم الطبيعي واللوغاريتم العشري للعدد 34.67 .

$$\log 34.67 = 1.540$$
$$\ln 34.67 = 3.5459$$

مثال ٢ :أوجد العدد المقابل للوغاريتم الطبيعي للعدد 1.67– والعدد المقابل للوغاريتم العشري للعدد 3.76.

$$\text{Anti}\log(3.76) = 5754.3393$$
$$\text{Anti}\ln(-1.76) = 0.1720$$

العملية	المقابل في اللوغاريتمات
الجمع*	$\log A + \log B \neq \log(A+B)$
الطرح*	$\log A - \log B \neq \log(A-B)$
الضرب*	$\log A + \log B = \log(AB)$
القسمة*	$\log A - \log B = \log(A/B)$
الأس*	$B \log A = \log(A^B)$
المقلوب*	$-\log A = \log(\frac{1}{A})$
	$\log 10 = 1 ; \ln e = 1$
	$\log 0 = \ln 0 = -\infty$
	$\log 1 = \ln 1 = 0$
تحويل	$\ln A = 2.303 \log A$

* تسلك ln مسلك log في هذه العمليات.

معادلة الدرجة الثانية في مجهول واحد:

كثيراً ما يحتاج الأمر إلى حساب مجهول يحقق معادلة من الدرجة الثانية على الصورة:

$$ax^2 + bx + c = 0$$

حيث c,b,a ثوابت تحدد قيمة المتغير x حسب العلاقة :

$$x = \left(-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}\right)/2a$$

ومن الواضح أن هناك قيمتان للمتغير x لتحقق المعادلة.

مثال :ـ احسب قيمة x التي تحقق المعادلة الآتية:

$$x^2 + 2x = 4$$

الحل :ـ نكتب المعادلة في الصورة العامة:

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x^2 + 2x - 4 = 0$$

للحصول على قيمة x نستخدم الصورة :

$$x = \left(-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}\right)/2a$$

$$= \left(-2 \pm \sqrt{4 - 4 \times 1(-4)}\right)/2 \times 1$$

$x = -3.236$ أو $x = 1.236$

الأسس:

تقوم كتابة الأعداد بالطريقة العلمية Scientific notation على استخدام الأسس في هذه التعابير. ويعبر عن العدد بجزئين: الأول عدد بسيط يحتوي على الدقة المراد ظهورها والثاني هو الأساس عشرة مرفوع إلى الأس (قوة) تحقق مع الجزء الأول قيمة العدد ، يحتاج إلى ذلك طبعاً عندما تكون الأعداد بالغة الكبر أو الصغر بحيث تصبح طريقة كتابة قيمة العدد غير مريحة للقارئ. ويمكن الاستعاضة عن الأساس عشرة بأي أساس آخر والخواص تظل ثابتة.

مثال ١:العدد 3570000000 يمكن كتابته على الصورة العلمية 35.7×10^{8} وهي أكثر وضوحاً دون مساس بالقيمة أو دقتها.

مثال ٢: العدد 0.000000000357 يكتب على الصورة 3.57×10^{-10} أيضاً يمكن أن يكتب 35.7×10^{-9} أو 357×10^{-8} وذلك حسب الدقة المطلوب التعامل معها.

خواص الأسس:

١. جمع عددين متحدين في الأس $A10^a + B10^a = (A+B)10^a$

٢. طرح عددين متحدين في الأس $A10^a - B10^a = (A-B)10^a$

٣. ضرب الأسس $10^a 10^b = 10^{(a+b)}$

٤. قسمة الأسس $10^a/10^b = 10^{(a-b)}$

٥. مقلوب الأسس $1/10^a = 10^{-a}$

$10^0 = 1$

$10^\infty = \infty$

$0^a = 0$

مثال ١: أوجد مجموع العددين 0.00081, 0.0037.

الحل : نكتب العددين على الصورة العلمية:

$$37\times10^{-4} + 8.1\times10^{-4}$$
$$= (37+8.1)10^{-4} = 45.1\times10^{-4} = 0.00451$$

مثال ٢: أوجد حاصل ضرب العددين $8\times10^5, 7.1\times10^{-3}$.

الحل :

$$8\times10^5 \times 7.1\times10^{-3} = 8\times7.1\times10^{5-3} = 65.8\times10^2 = 6580$$

تفاضل وتكامل الدوال:

عمليتا التفاضل والتكامل شائعتا الاستخدام في الكيمياء ويجب على المتدرب أن يتقن فهم هاتين العمليتين للدوال البسيطة التي تواجه كثيراً أثناء الدراسة.

١. تفاضل الدوال ذات المجهول الواحد **(x)** حيث **a, n** ثوابت:

التفاضل	الدالة
adx	ax
nx^{n-1}	x^n
$\frac{dx}{x}$	$\ln x$
$e^x dx$	e^n
0	a
$\frac{-dx}{x^2}$	$\frac{1}{x}$
$\frac{dx}{(a-x)^2}$	$\frac{1}{a-x}$

٢. تكامل الدوال ذات المجهول الواحد**(x)**:

التكامل غير المحدد	الدالة
$\frac{1}{2} x^2$	x
$\frac{1}{n+1} x^{n+1}$	x^n
e^x	e^x
ax	a
$\ln x$	$\frac{1}{x}$
$-\ln(a-x)$	$\frac{1}{a-x}$

تحضير المحاليل

من المهارات الأساسية لعمل الفني الكيميائي تحضير المحاليل القياسية.
المواد الصلبة توزن بدقة ثم تذاب في المذيب (الماء غالباً) ويكمل الدورق القياسي حتى العلامة وذلك لتحضير عيارية (N) أو مولارية (M) معينة.
المواد السائلة تامة النقاء يمكن تحضير محاليلها عبر التخفيف باستخدام الكثافة. المواد السائلة المحتوية على وزنة من المادة الفعالة (P) يمكن أن تحضر أيضاً بالتخفيف .يمكن تحضير محاليل قياسية من الغازات القابلة للذوبان بتشبيع المذيب بالغاز ثم التخفيف.

المواد الصلبة:

- لتحضير حجم (V) من مادة كيميائية وزنها الجزيئي (M_W) و مولاريتها (M) نستخدم المعادلة الآتية:

$$W = \frac{M \times V \times M_W}{1000}$$

حيث V الحجم بالمل، W الوزن بالجرام.

يوزن الوزن W ويذاب في المذيب و نكمل حتى الحجم V ،تصبح مولارية المادة الصلبة المذابة M.

- لتحضير حجم V من مادة وزنها المكافئ E_W وعياريتها N نستخدم المعادلة الآتية:

$$W = \frac{N \times V \times E_W}{M_W}$$

المواد السائلة:

- لتحضير حجم V من مادة كيميائية سائلة أو مركزة وزنها الجزيئي M_W ومولاريتها M نستخدم المعادلتين:

$$M_C = \frac{10 \times P \times d}{M_W}$$

حيث d كثافة السائل أو المحلول ، P هي النسبة المئوية الوزنية للمادة ، M_C هي المولارية للسائل أو المحلول المركز. بعد معرفة M_C يمكن حساب الحجم المطلوب أخذه V_C لتحضير الحجم V من المولارية M من المعادلة

$$M_C \times V_C = M \times V$$

وتسمى العلاقة الأخيرة بقانون التخفيف ويمكن استخدامها لتحضير محاليل مخففة من المحاليل المركزة.

$$V_C = \frac{M \times V}{M_C} = \frac{M \times V \times M_W}{10 \times P \times d}$$

حيث يسحب الحجم V_C من قارورة المحلول المركز الذي تركيزه M_C ويخفف بالماء حتى الحجم V لتصبح المولارية M.

- لتحضير حجم V من مادة سائلة أو مركزة وزنها العياري E_W وعياريتها N نستخدم المعادلة:

$$V_C = \frac{N \times V}{N_C} = \frac{N \times V \times E_W}{10 \times P \times d}$$

حيث N_C هي عيارية القارورة المركزة ، V_C الحجم المأخوذ من القارورة المركزة الذي تركيزها N_C ويخفف بالماء حتى الحجم V لتصبح العيارية N.

مثال ١: احسب الوزن اللازم من كلوريد الصوديوم لتحضير 200 ml من NaCl وبتركيز 0.1 M.

الحل:

$$M_C = \frac{10 \times P \times d}{M_W} = \frac{0.1 \times 200 \times (23 + 35.5)}{1000}$$

$$= 23.71 g$$

مثال ٢: احسب الحجم المطلوب سحبه من قارورة حمض الكبريتيك المركز تركيزه 80% وكثافته $1.325\ g/cm^3$ لتحضير 500 ml من H_2SO_4 وبتركيز 0.05 N

الحل: المطلوب عيارية 0.05 N وحجم 500 ml ، أولا يجب حساب الوزن المكافئ لحمض الكبريتيك.

الوزن المكافئ لحمض الكبريتيك (كحمض) = الوزن الجزيئي ÷ ٢

حسب المعادلة

$$V_C = \frac{N \times V \times E_W}{10 \times P \times d} = \frac{0.05 \times 500 \times 49}{10 \times 80 \times 1.325} = 1.16 ml$$

تنبيهات :

- الوزن المكافئ للمادة الكيميائية يعتمد على نوع التفاعل لهذه المادة.
- الوزن الجزيئي للمادة قد يحتوي على ماء التبلور لذلك يجب إضافته عند الحساب ويعرف من ملصق القارورة.
- الحمض المركز يضاف إلى المذيب وليس العكس ويضاف بالتدرج.

المولالية(m):

هي عدد الجزيئات من المادة المذابة الموجودة في كيلو جرام من المذيب.

ويحتاج إلى هذا التعبير في الديناميكا الحرارية عند تغير درجة الحرارة وعدم ثبات الحجم.

$$m = \frac{1000 \times W}{M_W \times W_S}$$

حيث W_S وزن المذيب بالجرام. لتحضير وزنة معينة من محلول المادة ذات المولالية m تستخدم المعادلة الآتية:

$$W = \frac{m \times M_W \times W_t}{1000 + m \times M_W}$$

حيث W هي وزنة المادة الفعالة و W_t هي الوزنة المطلوبة من المحلول.

مثال : حضّر 3.5 g من محلول يحتوي على 0.5 molal NaCl في الماء.

الحل : وزن الملح

$$W = \frac{m \times M_W \times W_t}{(1000 + m \times M_W)}$$

$$W = \frac{0.5 \times 58.5 \times 3.5}{(1000 + 0.5 \times 58.5)}$$

$$W = 0.1g$$

وزن الماء

$$W_S = 3500 - W$$

$$W_S = 3499.9g$$

عرض النتائج وتمثيلها بيانياً

بعد إجراء التجربة تسجل النتائج وتعرض في جدول وربما تمثل بيانياً لتعين ثابت أو أكثر أو لإثبات أو لتحقيق قانون معين. يجب أن تكون النتائج المسجلة متوافقة مع دقة القياسات. مثلاً عند استخدام سحاحة أو ماصة مدرجة حتى 0.1 ml يجب أن يكون الحجم المسجل بهذه الدقة ،مثلاً 13.0 ml وليس 13 ml أو 13.00 ml.وتعطي طريقة الكتابة للأعداد الدقة المستخدمة لذلك يجب مراعاتها.

أحياناً يؤدي الضرب أو القسمة إلى أعداد كثيرة بعد العلامة العشرية هنا أيضاً يجب حذف الأرقام الزائدة عن الدقة المستخدمة. مثلاً عند استخدام عيارية N = 0.01 لتقدير مادة أخرى مقابلة يجب أن تكون دقة العيارية الناتجة متوافقة مع دقة العيارية المستخدمة. مثلاً N= 0.39 وليس 0.3999 أو 0.4 .عند تكرار التجارب يجب أن تكون تكرارية النتائج مقبولة الدقة ويؤخذ المتوسط الحسابي. مثلاً باستخدام سحاحة دقتها 0.1 ml تصبح القيم (10.1, 10.0, 10.2) مقبولة والمتوسط هو 10.1 أما القيم (10.5, 11.0 ,10.0) فغير مقبولة لأنها أكثر بكثير من دقة السحاحة 0.1 ± . يجب إصلاح الخطأ هنا قبل أن تصبح النتائج مقبولة.

التمثيل البياني:

من أكثر الطرق سهولة وشيوعا للاستفادة من النتائج هي العرض البياني . وتصبح هذه الطريقة أكثر مناسبة إذا كانت العلاقة خطاً مستقيماً .قبل الاستفادة من الرسم يجب أولاً حذف النقطة أو النقاط التي تبعد بوضوح عن الخط المستقيم بينما أغلب النقاط فوق الخط أو قريبة جداً منه . الخط الذي يمثل النتائج يمكن رسمه (وهو وحيد وليس حسب الرأي كما يعتقد البعض) باستخدام طريقة المربعات الأقل least square .وهذه الطريقة الإحصائية تعطي المعادلة التي تحقق النتائج ويمكن منها رسم الخط الصحيح الممثل للنتائج .كما تعطي الطريقة الثوابت المطلوبة، مدى توافق المتغيرات correlation factor والذي يقترب من الواحد كلما كانت القيم على الخط.

ويستطيع المتدرب الاستفادة من هذه الطريقة باستخدام آلة حاسبة علمية تعرض كيفية هذه الطريقة حسب نوعها. ولعرض بياني جيد للنتائج يجب أن يغطي الخط الممثل للنتائج جزءاً كبيراً من ورقة الرسم البياني وأن يضع زاوية تساوي تقريباً ٤٥° مع المحورين. و بالممارسة والخبرة والتجريب يمكن اختيار التقسيم الملائم لعرض النتائج دون الحاجة لتعقيدات إضافية.

ويرعى أن يكون التقسيم متوافقاً مع القيم ووحدة القياس وعند الضرورة يجب أن لا ينسى مقياس الرسم عند الحصول على قيمة الميل أو القاطع مثلاً.

يجب على المتدرب أن لا يقلق من وجود أعداد سالبة مع أعداد موجبة ويمكن تمثيل الصنفين معاً في نفس المحور دون أي اختلاف.

مثال: مثل بيانياً النتائج المعروضة في الجدول وعين الميل والقاطع.

ln x	Time
1.25	5
0.75	10
0.0	15
-0.46	20
-1.26	25

١. نترك عدة سنتيمترات من أسفل و ١ سم أو ٢ سم من اليسار ثم نرسم المحورين x, y .
٢. لتقسيم المحور x نعتبر نقطة تلاقي المحورين هي صفر ونعتبر كل ٢ سم ٥دقائق عند ذلك نحصل على تقسيم المحور x.
٣. لتقسيم المحور y نعتبر نقطة تلاقي المحورين هي 1.5- (أكبر سالبية قليلاً من أكبر القيم السالبة) ونعتبر كل ٢ سم مساوية 0.5 .عندها نحصل على تقسيم مناسب لجميع القيم .تمثل القيم السالبة في الأسفل وتقل كلما ارتفعنا حتى الصفر ثم تزيد القيم الموجبة في نفس الاتجاه.
٤. لحساب الميل نسقط عمودين متوازيين نحو المحور x ومن نفس النقطتين نسقط عمودين متوازيين نحو المحور y ونعين القيم الأربع المقابلة

$$\text{الميل} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

٥. لحساب القاطع نقوم بمد الخط حتى x =0 ونأخذ القيمة المقابلة على المحور y.

المحتويات